

GALILEO

que contondici





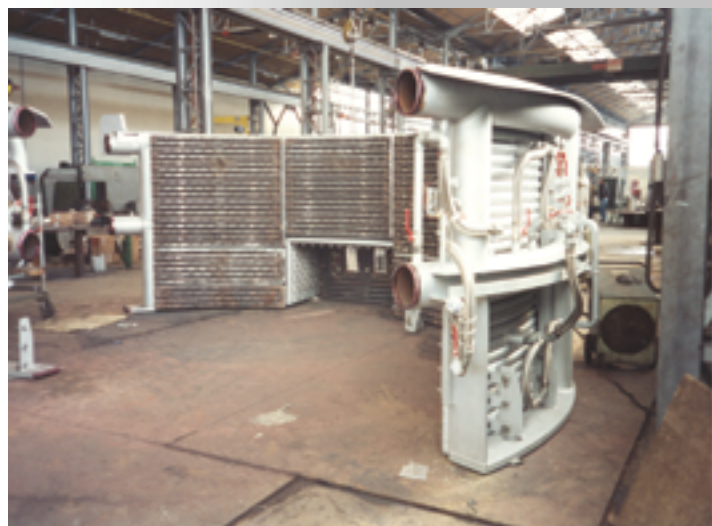
RAVAGNAN S.p.A.

35010 LIMENA (PD) ITALIA – Via XXV Aprile
Tel. +39 049 8655511 – Fax +39 049 8655583
Impianti@ravagnan.com www.ravagnan.com

DIV. CALDARERIA
Scambiatori di calore e apparecchi in pressione

DIV. SIDERURGIA
Elementi raffreddati, sistemi di trattamento fumi
per forni elettrici ad arco, impianti ausiliari

DIV. IMPIANTI
Trattamento acque industriali



Anno XXV
n. 211
Giugno 2013

Copertina: Villa Pisani,
Stra, Padova

Editore Collegio degli Ingegneri della Provincia di Padova, piazza G. Salvemini 2, 35131 Padova, tel-fax 0498756160, segreteria@collegioingegneripadova.it, www.collegioingegneripadova.it • Direttore responsabile Enzo Siviero, enzosisiero & partners srl <info@esap.it> • Condirettore Pierantonio Barizza • Vicedirettore Michele Culatti • Comitato di gestione Gian Luigi Burlini, Stefano Casarotti-Todeschini, Ezio Miozzo, Giorgio Simioni, Enzo Siviero • Comitato di redazione Maria Elena Frusciant (Coordinatore), Lamberto Bertoli, Paolo Caporello, Renzo Ferrara, Paolo Foletto, Guglielmo Monti, Alessandro Stocco • Impaginazione e redazione Queen's Srl, via Zabarella 32, 35121 Padova, 0498759328, 049654749, 3296381117 redazione@galileo.191.it • Sviluppo software edizione digitale Luigi Parise • Pubbliche relazioni Giorgia Roviato, 0498070956, relazionesternegalileo@gmail.com • Stampa La Photograph, via L. da Zara 8, 35020 Albignasego Pd, 049 8625690 • Autorizzazione Tribunale di Padova n. 1118 del 15 marzo 1989 • Spedizione in abbonamento postale 45%, art. 2, comma 20/b, legge 662/96, Filiale di Padova • ISSN 1122-9160 • Avvertenze La Direzione non si assume alcuna responsabilità per eventuali danni causati da informazioni errate. Gli articoli firmati esprimono solo l'opinione dell'autore e non impegnano in alcun modo né l'editore né la redazione • Tutela della privacy Qualora siano allegati alla rivista, o in essa contenuti, questionari oppure cartoline commerciali, si rende noto che i dati trasmessi verranno impiegati a scopo di indagine di mercato e di contatto commerciale, ex D.L. 123/97. Si informano gli abbonati che il loro indirizzo potrà essere impiegato anche per l'inoltro di altre riviste o di proposte commerciali. È diritto dell'interessato richiedere la cancellazione o la rettifica, ai sensi della L. 675/96 • Norme generali e informazioni per gli autori *Galileo* pubblica articoli di ingegneria, architettura, legislazione e normativa tecnica, attualità, redazionali promozionali. Viene inviato gratuitamente agli iscritti all'Ordine e al Collegio degli Ingegneri della provincia di Padova, nonché a persone, enti e istituzioni selezionati su tutto il territorio nazionale. Iscrizione annuale al Collegio, aperta anche ai non ingegneri: 35 € da versare sul c/c 473045, Banca di Credito Cooperativo di Sant'Elena, Agenzia Padova, IBAN IT59J0884312100 000000473045. Gli articoli vanno inviati a: redazione@galileo.191.it. L'approvazione per la stampa spetta al Direttore che si riserva la facoltà di modificare il testo nella forma per uniformarlo alle caratteristiche e agli scopi della Rivista dandone informazione all'Autore. La proprietà letteraria e la responsabilità sono dell'Autore. Gli articoli accettati sono pubblicati gratuitamente purché non superino i cinquemila caratteri e le cinque illustrazioni. Per testi superiori viene richiesto un contributo spese da valutare volta per volta. I testi vanno forniti in formato elettronico Word (.doc) non impaginato. Le immagini in formato digitale Jpeg (.jpg) vanno fornite in file singoli separati dal testo: definizione 300 dpi e base max 21 cm. Bibliografia e note vanno riportate con numerazione progressiva seguendo l'ordine di citazione. Un breve *curriculum* professionale dell'autore (circa 60 parole) può essere inserito alla fine dell'articolo e comparirà nella stampa. Le bozze di stampa vanno restituite entro tre giorni dall'invio. Gli Autori possono ritirare gratuitamente tre copie della rivista presso il Collegio degli Ingegneri, ulteriori copie (2,50 € a copia) possono essere richieste a Segreteria del Collegio degli Ingegneri, tel-fax 0498756160, segreteria@collegioingegneripadova.it.

Contenuti

Eredità Paganiana. L'Università Bocconi
Manuel Consolaro, Luca Costa, Francesco Crivellaro
Sara Sgobbi, Giorgia Tregnaghi
4

I mali culturali. Terza parte
Guglielmo Monti
8

L'adeguamento del patrimonio stradale esistente
Obiettivi, criteri e tipi di intervento
Francesca Pilia, Alfredo De Lorenzo, Francesco Annunziata
12

Certificazione energetica e fonti rinnovabili
per i nuovi edifici in Veneto
Andrea Barutta, Luciano Benetti, Giuseppe Emmi, Michele De Carli, Michele Sanfilippo, Ilaria Seresin, Roberto Zecchin
Collegio Ingegneri del Veneto
con la collaborazione del Comune di Padova
20

Potenzialità e limiti degli strumenti per la certificazione
energetica degli edifici attraverso l'analisi e il confronto
tra software presenti sul mercato
Giovanni Brugnaro e Mauro Caini
24

Il sistema di misura dell'energia termica e frigorifera
Componenti caratteristiche prestazionali problematiche
Domenico Fernando Antonucci
30

Il big bang e l'evoluzione della cosmologia
Lamberto Bertoli
36

Sugli antichi principi di sana economia oggi disattesi
Titti Zezza
40

Pensieri sul ponte degli alunni della classe V
Scuola primaria D. Manin, Padova
raccolti a cura di Alda Baldan
42

Pietro Bembo: la cultura in tempo di crisi
Tita Braga
43



Giuseppe Pagano al tempo della costruzione della Bocconi

Questo contributo rappresenta la sintesi di un lavoro di ricerca maturato all'interno del laboratorio di Storia dell'architettura contemporanea (docente Elena Svalduz, collaboratori: Gianmario Guidarelli, Giuliana Mazzi, Stefano Zaggia) congiuntamente al laboratorio di Disegno edile (docente Andrea Giordano, collaboratori: Isabella Friso, Cosimo Monteleone) tenuto presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Padova

... questo edificio della Bocconi corrisponde a tutti i postulati paganiani: è isolato, è autonomo, fa il proprio paesaggio, è areato; corrisponde a tutte le occasioni che egli ama, quelle di un funzionamento pratico, poi quelle di uno stile espressione di una civiltà umana ...
Io vorrei che edifici come questi fossero conosciuti e visitati di più, vorrei io stesso condurli a conoscere queste architetture e questi architetti

Gio Ponti, *Stile di Pagano*, ottobre 1943



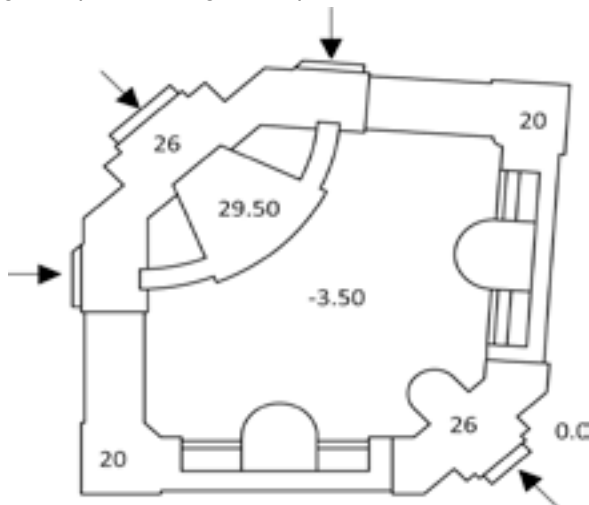
Prima sede in piazza Statuto, 1902 e schema planimetrico del progetto iniziale allestito dall'Ufficio Tecnico del Municipio di Milano, 1932

Eredità Paganiana L'Università Bocconi

Luca Costa
Francesco Crivellaro
Sara Sgobbi
Giorgia Tregnaghi

Alle origini della vicenda

La volontà di Ferdinando Bocconi (1836-1908) di costituire un'università milanese da dedicare al figlio Luigi nasce in fase di ripensamento della sua idea iniziale di creare una Scuola Superiore di Commercio. L'istituto inizialmente doveva aggregarsi al Politecnico per soddisfare una duplice esigenza: quella di dotare gli ingegneri di una solida base commerciale e quella di promuovere socialmente i ragionieri attraverso un diploma universitario. Quando l'attivazione pareva già cosa conclusa una serie di contrasti di ordine ideologico lo spinsero ad abbandonare l'idea di legare i destini della sua facoltà commerciale all'Istituto Tecnico Superiore e dar vita ad un'autonoma università commerciale. La fondazione dell'Università avviene nel marzo 1902, quando Ferdinando Bocconi fa una donazione per poter garantire un degno programma di studi¹ e poter costruire in largo Notari (piazza Statuto) la prima sede dell'Ateneo, su progetto architettonico dell'ing. Giorgio Dugnani. Trascorso il primo trentennio, la sede non risulta più idonea ad accogliere il grande numero di iscritti e le numerose attività che la facoltà sta sviluppando. Il Rettore auspica che le autorità milanesi prendano a cuore il problema e lo stesso duce, su sollecitazione di Giovanni Gentile², entrato da poco a far parte del consiglio amministrativo della Bocconi, decide che lo stato non avrebbe potuto restare insensibile al problema, destinando all'impresa il contributo di mezzo milione di lire e facendosi promotore di una sottoscrizione fra imprenditori e uomini d'affari ambrosiani a favore di una nuova sede per l'università. La vicenda non si concluderà che un decennio più tardi con il trasferimento nella nuova sede in via Sarfatti, nell'area un tempo occupata da un'officina del gas. L'amministrazione dell'università, infatti, si accorda con il comune di Milano per la concessione di un'area di proprietà pubblica a fianco del parco Ravizza. L'atto prevede che da un lato il comune definisca un progetto di massima e dall'altro la facoltà si affidi al parere di un consulente di sua nomina. Giovanni Gentile sceglie Giuseppe Pagano che contesta fermamente il progetto elaborato dagli uffici comunali a causa della goffa monumentalità: «con il suo cortilone chiuso, con gli ingressi a smusso, con le sproporzionate altezze dei suoi corpi accidentati»³ e viene incaricato sempre da Gentile di redigere un progetto alternativo. Dopo svariate vicissitudini e non senza opposizioni anche da parte del Podestà di Milano, Pagano ottiene dalla commissione edilizia municipale la concessione di un'area leggermente più ampia che permetta un maggior respiro e un migliore inquadramento urbanistico.



I progetti di Pagano

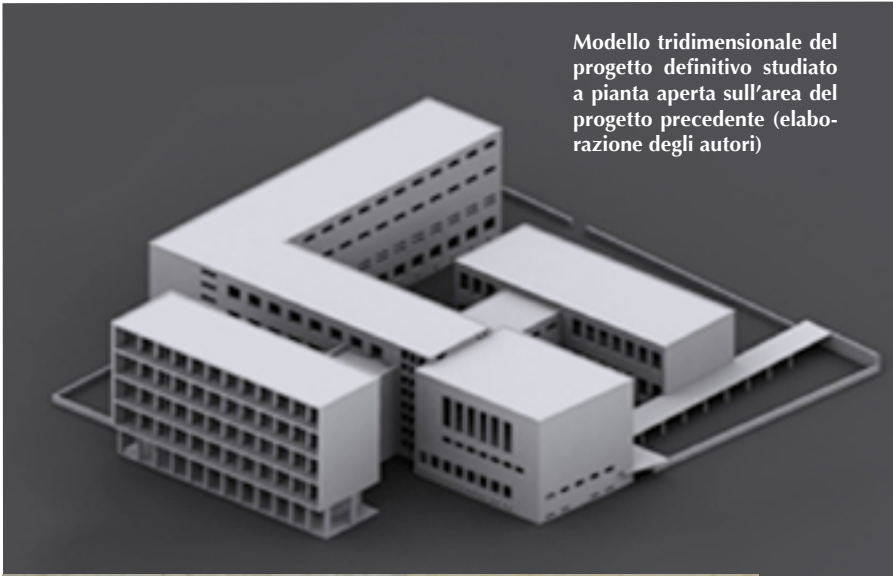
Corre l'anno 1937 e da questo momento tutti i progetti successivi sono redatti da Giuseppe Pagano. Il primo viene steso abbastanza rapidamente come semplice contrapposizione a quello comunale; il secondo riprende il precedente, ma si sviluppa su un'area più grande; tale progetto raggiunge gli onori dell'appalto, ma Pagano non è ancora soddisfatto, a causa dell'assetto disorganico dei percorsi (blocco scale e corridoi), dei servizi mal dislocati e della monotona compattezza esteriore. Alla fine del 1937, comunque, ha inizio la costruzione della nuova sede universitaria per la quale Pagano collabora fin dall'inizio con l'ingegnere Gian Giacomo Predaval, storico collaboratore del suo studio. Durante l'esecuzione dei lavori l'architetto predispone un terzo progetto completamente diverso grazie all'approfondimento dei veri bisogni della scuola, delle condizioni urbanistiche della zona e delle necessità economiche. Rimodella l'edificio seguendo la linea di ricerca intrapresa in altri progetti, come il convitto biellese del 1932 e l'istituto di Fisica della città universitaria di Roma del 1935. Decide così di separare in pianta e in alzato le varie funzioni⁴, riduce la pianta a schemi essenziali, toglie i cortili chiusi permettendo l'areazione e l'illuminazione corretta di tutti gli ambienti e sistema razionalmente gli ingressi⁵. I lavori di costruzione terminano nel 1941.

Analisi dell'edificio costruito da Pagano

Il progetto definitivo è fortemente innovativo: formato da volumi disposti liberamente sul lotto, senza riconoscere il vincolo del perimetro dell'isolato, presenta uno schema cruciforme, in parte derivato dalla sede del Bauhaus inaugurata a Dessau nel 1926. L'edificio di Pagano, inserito in un perimetro quadrato, si organizza secondo schemi precisi e regolari e ha la medesima ambizione, spaziale e culturale, dell'edificio tedesco; da qui prende il via il progetto dell'università milanese con l'implementazione di un braccio uncinato allo schema a croce di Gropius. Sono i volumi a delimitare l'immaginario architettonico, con le loro severe geometrie, interrotte solo delle aperture, regolate da un attentissimo studio delle proporzioni. Gino e Paola Levi Montalcini svolgono un attento studio dei ritmi delle facciate che li porterà a commentare: «con un geometrismo spesso sconcertante per la scarsità dei suoi mezzi, questa composizione raggiunge, sotto molti aspetti, lo stesso pathos delle plastiche neo-primitive, in cui l'emozione è suscitata dalla sincerità e dalla forza delle espressioni, imposte nella loro nudità, senza lenocini di artificio»⁶. Si ritrovano qui tutte le passioni di Pagano: lo studio dei rapporti geometrici, l'uso dei nuovi materiali (come la litocera-



Schema planimetrico del secondo progetto studiato in un'area leggermente ingrandita



Modello tridimensionale del progetto definitivo studiato a pianta aperta sull'area del progetto precedente (elaborazione degli autori)



Particolare angolo sud-ovest del porticato d'ingresso

Note

- Cfr. T. Bagiotti, *Storia dell'università Bocconi: 1902-1952*, Università Bocconi, Milano 1952.
- Giovanni Gentile (1875-1944): filosofo e pedagogista. Nel 1922 diviene senatore del Regno d'Italia e nel 1930 diventa vicepresidente dell'università Bocconi.
- G. Pagano, «La nuova sede dell'Università Commerciale Luigi Bocconi», in *Costruzioni-Casabella*, XV (1942), n. 170-171, monografico, febbraio-marzo, p. 6.
- A. Saggio, *L'opera di Giuseppe Pagano tra politica e architettura*, Dedalo, Bari 1994.
- A. Ferrari, «Il progetto dell'Università Bocconi nel quadro dell'attività milanese di Pagano», in *Giuseppe Pagano: Architettura tra guerre e polemiche*, a cura del Politecnico di Milano, Alinea, Firenze 1991, pp. 51-57.
- G. e P. Levi-Montalcini, *Saggio critico sull'università Bocconi*, in Fascicolo speciale dedicato a



Vista del loggiato a sud su via Sarfatti



Prospetti est e nord



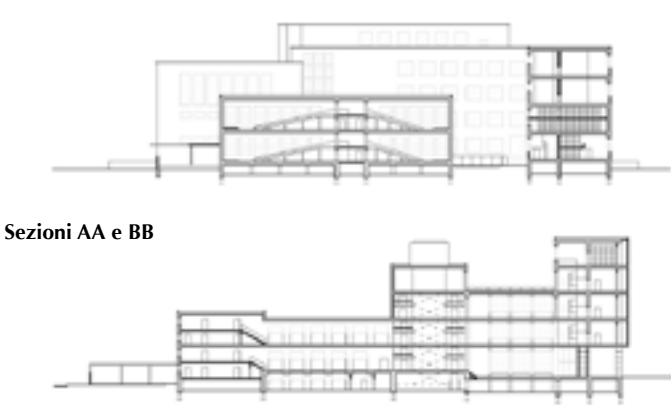
Pianta del piano terra

mica e il vetrocemento), ma anche l'integrazione fra architettura e arte, testimoniata, per esempio, nelle opere di Arturo Martini⁷ e nelle ceramiche di Fausto Melotti⁸ e Tullio D'Albisola⁹, creatori dei bassorilievi posti sulle facciate esterne.

Lo studio sulle geometrie volute da Pagano per questo progetto spiega come per il ritmo delle aperture si fa ricorso alla diagonale del quadrato, figura usata come base anche per le forme e per la suddivisioni dei serramenti. La facciata principale è rivolta verso sud e corrisponde al corpo degli uffici che svolge anche una funzione di rappresentanza. Solitamente per questo tipo di edifici viene utilizzata la logica *stanza-finestra, stanza-finestra*, ma essa non risulta coerente alla variabilità delle esigenze funzionali dello stabile e alle planimetrie differenti di ciascun piano. L'architetto decide di ripararlo dall'esposizione solare mediante un sistema di logge continue con parapetti in vetro posto quasi a filo della struttura in cui ogni interasse è occupato da una grande apertura, soluzione che viene adottata per la prima volta in una grande costruzione scolastica. I materiali degli esterni, piastrelle di litoceramica, intonaco e travertino sono di colore uniforme, mentre, a sottolineare le bucatore, sono posti inserti di colore verde-azzurro. Se per Carlo Severati la semplicità di questi materiali conferisce un'aria monotona alla struttura fino a farla sembrare un edificio residenziale, per Levi Montalcini questi donano purezza alla costruzione e, questa volta grazie al rivestimento in litoceramica, ritorna il gioco di chiaroscuri che vengono impressi su tutte le pareti. La disposizione libera dei volumi e l'alternarsi ritmato delle aperture costituiscono un continuo rimando all'unità e alla frammentarietà volta ad amplificare il senso di accoglienza della struttura¹⁰. Anche il muro di cinta, in pietra di Finale, completato da una siepe di *ligustrum*, è tenuto volutamente basso in maniera da non riprodurre atteggiamenti di chiusura.

Questi elementi di discontinuità aggiungono ricchezza all'edificio, che si trasforma così in un atto urbano, perdendo la solidità di costruzione singola, per acquisire una maggiore complessità divenendo *campus* universitario. A questo proposito la distribuzione degli ambienti interni è volta a promuovere atteggiamenti di socializzazione. Infatti, la proporzione tra i corridoi, i servizi, le scale e gli ambienti di studio si mantiene a un limite relativamente modesto per la scelta di dare ampio e generoso respiro ai corridoi e agli ambienti di ritrovo. La sede universitaria viene dotata di grandi spazi destinati all'incontro e alla conversazione tra gli studenti, come è auspicato dalla moderna tecnica negli edifici a carattere collettivo.

Lo studio della disposizione planivolumetrica è approfondito fin nei raccordi tra le diverse superfici dove si può osservare che le giunzioni vengono risolte come incontri di volumi ben definiti e tra loro saldati quasi ad incastro. Questa percezione è chiara nel raccordo tra il corpo più alto degli uffici e quello delle scale, ottenuto con la struttura più bassa ad essi ortogonalmente solidale e nella serie di innesti volumetrici tra il corpo dell'aula magna e quello dello scalone. L'incontro fra questi due corpi costituenti i bracci della croce rappresentano il fulcro dell'edificio con l'inserimento della scala principale marmorea a doppia rampa su disegno leonardesco¹¹ e del gruppo dei camini. I bracci, invece, sono discreti e contengono gli spazi di servizio, i corridoi e le scale secondarie. Si viene così ad istituire un dialogo fra il centro della composizione e gli estremi della croce, ossia i padiglioni che costituiscono gli spazi funzionali dell'edificio. Ogni volume: il corpo degli uffici, il corpo dell'aula magna, l'ala degli istituti e il corpo delle aule a gradinata, ha dimensioni differenti in base alla funzione contenuta. Il blocco degli uffici si trova sopra l'ingresso porticato di via Sarfatti: dislocato verso mezzogiorno, alto cinque piani fuori terra, è la parte più rappresentativa della costruzione. Al piano terreno presenta un portico pubblico, gli ingressi e i servizi di portineria, mentre ai piani superiori, con scale indipendenti, sono sistemati gli uffici di segreteria, la direzione, la presidenza, il circolo dei laureati e, al quarto piano, l'alloggio del direttore. Il corpo dell'aula magna, sviluppato su tre piani fuori terra ha la centrale termica nel seminterrato, la mensa e la cucina al piano rialzato, la sala di ritrovo degli stu-



Sezioni AA e BB



Vista dell'interno dell'atrio di ingresso



Vista dell'originaria Aula Magna rivestita di sughero fonoassorbente

- Pagano, *Casabella*, XVII (1946), n.195/198, dicembre p. 37.
7. Arturo Martini (1889-1947): scultore e pittore. Il suo universo figurativo fa sempre riferimento agli ambienti suggestivi medievali della sua città natale Treviso. Durante il periodo fascista diventa scultore ufficiale del regime e viene incaricato di grandi opere celebrative e monumentali per palazzi di Giustizia, chiese ed università.
8. Fausto Melotti (1901-1986): scultore e pittore. Il suo stile segue sempre una ricerca tesa ad articolare lo spazio secondo ritmi ricercati; così anche le sue sculture più tradizionali legate a Novecento, come l'opera in gesso presentata alla V Triennale di Milano o le sculture per l'Esposizione Universale dell'Eur di Roma dimostrano la sua passione per materiali come la ceramica e il gesso.
9. Tullio d'Albisola (1899-1971): artista. Ha il merito di introdurre nel movimento artistico del futurismo la ceramica.
10. Cfr. G. Pagano, «La nuova sede dell'Università Commerciale Luigi Bocconi», in *Costruzioni-Casabella*, XV (1942), n. 170-171.
11. Cfr. M. Valle, *Milano: La nuova sede dell'Università Bocconi*, in «Emporium», Anno XLVIII, n.3, volume XCV,n.567, XX (1942), marzo, pp. 134-136.
12. Cfr. A. Bassi, L. Castagno, *Giuseppe Pagano*, Laterza, Bari 1994.
13. Adriano Spilimbergo (1908-1975): pittore. Nel 1929 incontra il critico d'arte Edoardo Persico dai cui insegnamenti prende le mosse per approdare alla tavolozza chiara e luminosa del movimento pittorico del *chiarismo*, divenendone uno degli esponenti.
14. Salvatore Fancello (1916-1941): scultore e ceramista. Nel 1936 viene apprezzato e sostenuto da Pagano che ha modo di vedere le sue esposizioni alla VI Triennale. Si trasferisce poi a Milano dove frequenta i circoli di cultura razionalista. Per incarico di Giuseppe Pagano, esegue un importante apparato decorativo in ceramica e un bassorilievo in ceramica smaltata per la sala mensa dell'università Bocconi di Milano. Sono lavori imponenti per qualità e dimensioni: il complesso maggiore è un mosaico ceramico a bassorilievo, modellato e cotto ad Albisola nel 1939, collocati in opera nel 1941 a spese dell'autore stesso. Purtroppo il ciclo di questi lavori ci è giunto incompleto.

denti al primo piano; quest'ultima svolge anche la funzione di anticamera per l'aula magna disposta al secondo piano su un'altezza maggiore.

Dal punto di vista costruttivo le contingenze autarchiche limitano l'uso dell'acciaio e obbligano Pagano all'impiego di strutture lignee, che risolve grazie alla sua ammirazione e studio delle architetture di Alvar Aalto; mentre per tutti i pavimenti è costretto a usare il linoleum striato. In riferimento al suo viaggio nei paesi scandinavi, dota l'aula magna, luogo di massima rappresentanza, di una particolare volta dal profilo ricurvo e rastremato in doghe fonoassorbenti di sughero e progetta delle raffinate poltroncine in faggio curvato e fibra vegetale. Questi conferiscono all'ambiente un'aria dignitosa e nello stesso tempo accogliente, senza alcuna sproporzionata solennità¹². La passione dell'architetto per le arti figurative è evidente nelle pitture di Adriano Spilimbergo¹³ nella sala di ritrovo e nel bassorilievo in ceramica colorata di Salvatore Fancello¹⁴ presente nella mensa.

L'ala degli istituti, a quattro piani fuori terra, ha i magazzini nel piano sotterraneo, le sale di lettura al piano terra e il grande deposito di libri al primo piano. Al secondo e terzo piano sono sistemati i diversi istituti con le aule di esercitazione. Il corpo delle grandi aule è collegato al braccio nord dell'edificio e consiste di quattro aule a gradinata tutte illuminate dalle due parti. Un portico basso, allacciato con l'ingresso secondario della mensa, crea nel cortile una zona coperta per la ricreazione all'esterno.

Questo edificio si caratterizza per la purezza delle forme e l'unitarietà delle facciate, ma anche per gli interni che corrispondono perfettamente alle funzioni cui sono destinati. Se per molti il risultato di questo è un'aria di dimessa monotonia e una mancanza di slancio architettonico, per Pagano è molto di più. È un uomo convinto del valore morale degli edifici e questo, più di ogni altro, rappresenta l'occasione per esprimere i propri ideali. Il complesso della Bocconi non esprime solo la lotta contro il monumentalismo che Pagano ha sostenuto per tutta la vita, ma è esito delle ricerche di un uomo che vuole ritrovare il carattere architettonico della città. •

Ero abbastanza tranquillo e mi ero lasciato convincere ad affrontare la prova senza esitazioni, perché quelli che erano nelle mie condizioni di anzianità stavano già tentando da anni di superarla e mi avevano assicurato che, una volta vinto il concorso, l’attesa per ottenere il posto sarebbe stata cosa lunga. Infatti una dirigente anziana era da tempo considerata, per ragioni politiche, difficilmente spostabile e la sua permanenza bloccava gli altri movimenti di vertice. Ma la realtà si sarebbe incaricata di smentire clamorosamente simili previsioni. Per strani contorcimenti della legislazione, i concorsi erano banditi in tre diverse forme, pur trattandosi di prove della stessa natura. Li affrontai tutti e tre e, con mia grande sorpresa, vinsi sempre, trovandomi così costretto a rinunciare a due vittorie. Lo straordinario risultato, che mi proiettava nelle condizioni di prossimo Soprintendente, non era certo dovuto alla mia grande attitudine a dirigere un ufficio del genere, ma solo a una certa abilità nello scrivere, che mi veniva dal lungo esercizio all’Ufficio Studi.

Le prove, in base a pigre regole burocratiche sganciate da ogni contatto con la realtà, consistevano essenzialmente in «temi» di storia dell’architettura e di uso delle leggi, come se un abile e informato scribacchino desse le migliori garanzie per condurre ed organizzare una cinquantina di persone nella tutela dei monumenti.

Per di più, dopo questo discutibile successo, era saltato, ad opera di un intraprendente ministro, il tappo che bloccava spostamenti e nuove assunzioni di dirigenti. Così mi trovai in pochi mesi alla vigilia dell’incarico, senza il tempo di meditare ed eventualmente prepararmi alle mie imminenti responsabilità. Alla vigilia dell’assegnazione ero molto preoccupato, anche perché un attento studio delle sedi disponibili stabiliva come probabile uno spostamento a Potenza, città avara di attrattive e dotata di una delle peggiori condizioni climatiche, sia d’estate che d’inverno. Sembravo destinato a questi rigori dalla fiducia che nutriva in me il nostro Direttore Generale, originario di quei posti e quindi deciso a controllarli tramite un funzionario di suo gradimento. Nella pratica, questo avrebbe significato un considerevole controllo del mio operato da parte dell’ufficio centrale.

Sulla base di simili aspettative, guardai incredulo il portiere del Ministero, che il giorno dell’esito mi salutò così: «Buongiorno Soprintendente di Venezia». Non si trattava di una fanfaronata e la sola inesattezza riguardava il territorio di pertinenza, che non era la città lagunare ma il suo entroterra, a cui andavano aggiunte le province di Belluno, Padova e Treviso. Mi sarei dunque dovuto occupare di una parte notevole del territorio veneto, a cui mi legavano diversi affetti famigliari. Mia madre proveniva dalla «bassa» di Rovigo, mentre mia moglie, pur essendo nata a Roma, aveva radici lagunari tra Burano e il Cavallino.

Non mi dispiaceva ed ero ulteriormente incoraggiato dal mio capo che, dopo aver onestamente ammesso di non essere intervenuto nell’evitarmi la temuta sede potentina, scansata solo per le vicissitudini del mio predecessore, spostato perché osteggiato dai sindacati, aggiunse che avrei anche potuto, provvisoriamente, sistemarmi in uno splendido appartamento a Villa Pisani di Stra.

Quando, il giorno in cui dovevo prendere servizio, detti quell’indicazione al conducente del taxi fuori della stazione di Padova, alle undici di notte, lo vidi molto perplesso. Dopo un po’ di strada mi chiese se intendevo il grande museo di Stra e, alla mia risposta, affermativa, obiettò che a quell’ora era chiuso. La precisazione che andavo là per abitarci non lo persuase, a dire la verità quello scambio di battute non lasciò tranquillo neanche me. All’arrivo fui schiacciato dall’imponenza del complesso: una vera reggia circondata da un parco affacciato sul fiume Brenta.

La sorpresa non fu minore allorché un guardiano munito di lampada m’introdusse, dopo quattro piani di scale consunte, in un immenso ambiente vuoto, dove la sua solerzia aveva sistemato, quale unico arredo, una rete metallica con lenzuola, cuscino e coperte.

Con l’aggiunta di un tavolo, due sedie e un televisore, quello stanzone e gli altri quattro adiacenti sono stati la mia casa per i sei mesi di prova, prima che facessi il trasloco da Roma e vi portassi moglie e figlio, dato che la provvisorietà si era nel frattempo allungata. Dall’estensione della mia permanenza in tale bizzarra sistemazione arriveranno non pochi guai, ma questa è materia che tratterò in un altro capitolo.

Ora mi limiterò a delineare i principali problemi posti dall’organizzazione dell’ufficio, per precisare i contorni dello strumento di lavoro che ho trovato e i criteri con cui l’ho gestito.

Ad accogliermi, al mio insediamento, ho trovato due persone molto diversamente acconciate:

un distinto signore in camicia e cravatta, senza un pelo fuori posto, ed uno scarmigliato omeone, in giacca di montone e maglione. Ho immediatamente identificato il primo come il mio predecessore e il secondo come un suo dipendente o un impresario, ma mi sono sbagliato. Il capo invisio ai sindacati era proprio il rustico individuo in tenuta casuale, mentre l’altro, un siciliano ormai solidamente trapiantato al nord, era il suo direttore amministrativo e doveva restarlo per molti anni ancora nel mio ufficio. Sono rimasto loro amico fino ad oggi e ho imparato a conoscere a fondo la loro diversità, che non si limitava all’abbigliamento. Una cosa però li accomunava: l’atteggiamento ostile nei confronti di quasi tutti gli altri componenti della Soprintendenza, considerati come fastidiose presenze, da tener tranquilli per poter svolgere bene il proprio lavoro. Ho sempre tenuta presente, in seguito, questa loro posizione, sia per indirizzare l’azione del mio direttore, da usare come ottimo caporale di giornata, che per dare il giusto peso alle valutazioni che il mio predecessore mi forniva generosamente sui suoi ex-dipendenti.

Generalmente tenevo in gran conto i suoi giudizi, vere e proprie pagelle, ma, dato che il mio obiettivo non era una dichiarazione di guerra all’ufficio, bensì un’apertura di dialogo, agivo al contrario. Così alla sua raccomandazione ad appoggiarmi con fiducia sull’esperienza dei vecchi geometri e diffidare delle ambizioni degli architetti ha fatto seguito una marginalizzazione dei primi, a cui ho gradualmente sottratto ogni progettazione, e una piena valorizzazione dei secondi, peraltro numerosi, che ho considerato un valoroso gruppo di lavoro, dotato oltretutto di indirizzi operativi sul restauro che coincidevano con le mie aspirazioni. Nella stessa direzione ho proceduto nei confronti di alcuni singolari personaggi che operavano in villa Pisani, meritevoli secondo il mio mentore della massima considerazione. A un pallido geometra che firmava le direzioni dei lavori ma non andava mai in sopralluogo ho imposto un compito di sola schedatura amministrativa. Ho ricondotto nell’ufficio veneziano, sia pure dopo un’interminabile contesa sindacale, una valida impiegata che, per suo comodo, lavorava nella villa e, per interesse del suo capo che veniva da quelle parti, curava unicamente le pratiche dei Colli Euganei.

Nelle più remote stanze dell’antica dimora dei Pisani teneva sotto chiave il suo laboratorio un valente archeologo specializzato in antichissime civiltà africane e asiatiche, eccezionalmente assegnato alla nostra Soprintendenza architettonica dalla casualità un po’ insensata dei regolamenti ministeriali. L’eminente studioso si recava, per incarico del Ministero degli Esteri, due volte all’anno per lunghi periodi nei più remoti angoli della terra. Non poteva perciò assumere stabili incarichi, ma si limitava a fornire prestazioni specialistiche saltuarie nei cantieri di restauro. Considerato il suo interesse per la villa, gli affidai l’incarico di dirigerla, offrendomi di sostituirlo quando era assente, ma, dopo un anno d’esperimento, anche quest’assunzione di responsabilità gli sembrò eccessiva e doveti lasciarlo ai suoi studi.

Il mio rapporto con l’insieme del personale è comunque cominciato con una richiesta d’aiuto, a cui mi spingeva non solo una naturale disposizione al dialogo, ma anche e soprattutto l’inesperienza nella direzione di un gruppo. Al Ministero avevo diretto al massimo un paio di segretarie ed ora mi trovavo di fronte una cinquantina di persone mediamente più giovani di me ma già fornite di una lunga esperienza. Ho dunque indirizzato a ognuno di loro una pagina scritta, dove si chiedeva di precisare le principali esigenze personali e gli indirizzi che ritenevano utili per il buon andamento del lavoro.

Le risposte, raccolte da me e discusse in una delle prime di una lunga serie di assemblee indette negli angusti ambienti della nostra sede di piazza S. Marco, sono state numerose e appassionate. Quella che era soprattutto una mia necessità si trasformò per loro, abituati a una conduzione autoritaria, in una manifestazione di democrazia, accolta con caloroso entusiasmo.

Nel corso degli anni quest’amicizia iniziale, che mi ha spinto, forse un po’ frettolosamente, a dare del tu a tutti, contro l’opinione più prudente di mia moglie, ha provocato delusioni e si è appannata, ma non mi pento di averla fortemente voluta perché credo che le soddisfazioni che ci siamo tolti e i servizi che abbiamo reso in un quadro nazionale di politica culturale non certo entusiasmante valgano le rinunce che mi sono dovuto imporre.

Una cosa a cui tenevo molto era la fusione in un gruppo omogeneo dei tecnici accomunati da pratiche restaurative saggiamente conservative, ma aperte a una progettualità nutrita dalla passione per l’architettura del nostro tempo e quindi refrattaria ai ripristini e alle integrazioni «in stile». Purtroppo a quest’obiettivo faceva ostacolo non solo la naturale tendenza di ognuno all’autonomia, ma anche la composizione dell’ufficio. Mentre infatti gli architetti erano una dozzina, di assistenti di cantiere ce



il mio obiettivo non era una dichiarazione di guerra all’ufficio, bensì un’apertura di dialogo ...

Quella che era soprattutto una mia necessità si trasformò per loro, abituati a una conduzione autoritaria, in una manifestazione di democrazia, accolta con caloroso entusiasmo



Noi visti da Edi Pezzetta nel corso delle nostre riunioni di lavoro

n'erano solo tre o quattro, con conseguente lotta per accaparrarseli. Questa situazione, protrattasi per anni, aveva reso i tecnici accaniti concorrenti, gelosi del proprio operato e poco disposti a collaborare. Ne ebbi una riprova quando provai a persuaderli che un loro collega, privato della qualifica funzionale di architetto dall'inerzia burocratica e dalla sua allergia ai concorsi, aveva ampiamente dimostrato sul campo di essere pari a loro e quindi poteva assumersi i loro stessi compiti. Ne erano tutti persuasi, ma la difesa del proprio orticello impediva a ognuno di trarne le conseguenze nell'organizzazione del lavoro. Ero talmente convinto del suo valore, fondato su un profondo amore per l'area alpina dove aveva scelto di operare, che ho fatto prevalere il mio punto di vista, ma ho dovuto faticare per impormi e l'ostilità è rimasta. Ho cercato ostinatamente di creare un clima di amicizia e reciproca stima, ove le diverse esperienze potessero circolare e scambiarsi, ma quello che ho ottenuto è stata solo una pace armata. La cordialità e la voglia di comunicare esplodevano nelle occasioni d'incontro, come i viaggi culturali, il mio cinquantesimo compleanno o le mie nozze d'argento in montagna, ma si bloccavano in sede operativa. Quando, a più riprese, ho proposto una sistematica rotazione delle zone dove ciascuno svolgeva la tutela diretta, dirigendo cantieri di restauro statali, e indiretta, col controllo delle iniziative altrui, mi sono visto contrapporre un solido muro di rifiuti. Quello che era un invito ad allargare i propri orizzonti veniva regolarmente scambiato per una dichiarazione di sfiducia e una volontà di controllo. Sono arrivato a minacciare, se non riuscivano a mettersi d'accordo, un sistema di regole imposto dall'alto, ma, pur avendolo già predisposto, non l'ho attuato. Ho preferito accontentarmi dei cambiamenti che avvenivano naturalmente coi movimenti del personale, pur di mantenere tra noi una libertà di scelta, fatalmente compromessa da qualsiasi autoritarismo. Se in questo caso il freno alle mie ambizioni è venuto dalla volontà di non cambiare ambiente di lavoro, nella discussione sulla sede ho trovato un ostacolo ancora più solido nelle difficoltà di spostamento di tutto l'ufficio. Per una decina d'anni dopo il mio arrivo la Soprintendenza si trovava all'interno del sontuoso complesso delle Procuratie Nuove nella prestigiosa piazza S. Marco. Entrando negli uffici però di sontuoso e prestigioso non si trovava proprio niente: al piano inferiore, corrispondente all'antico mezzanino di servizio, un corridoio stretto e ingombro di carte distribuiva stanzette dal soffitto troppo basso; al livello superiore, accessibile attraverso una scaletta a chiocciola che permetteva il passaggio di una sola persona per volta, si godeva lo scandaloso spettacolo di ricche e spaziose sale dotate di arredi sette e ottocenteschi abbandonate da decenni in condizioni pietose e ulteriormente degradate, giorno dopo giorno, da un'incongrua sistemazione casuale dei tavoli e scaffali.

Come si era arrivati a una situazione così scomoda e impresentabile? Qualche decennio prima, quando la Soprintendenza veneziana si è divisa da quella veneta, il personale destinato a quest'ultima era stato spostato in piccoli spazi residuali dell'originaria sede di palazzo Ducale. Il Ministero infatti, come spesso accade, aveva deciso la nuova ripartizione delle competenze, ma non aveva provveduto a dotarle di spazi adeguati. In quelle condizioni era impossibile lavorare e i soprintendenti invitati a ricoprire il nuovo incarico lo rifiutavano e andavano altrove. Dato il protrarsi della situazione di stallo e l'inerzia ministeriale, gli impiegati, guidati dal mio predecessore che era allora il funzionario più anziano, avevano deciso di spostarsi in alcuni locali liberi delle Procuratie Nuove. Il colpo di mano era stato comunicato a Roma, che si era ben guardata dal fornire una qualche risposta. Così, all'epoca del mio arrivo, la sede era ancora priva di qualsiasi ufficialità e purtroppo anche di una necessaria opera di restauro. Oltretutto la condizione di clandestinità la nascondeva agli occhi dei politici e talvolta persino i Ministri dei Beni Culturali, che avrebbero dovuto curarne i finanziamenti e l'aspetto, non certo confacente per un istituto che doveva occuparsi di tutela dei monumenti, ne ignoravano l'esistenza. Per queste ragioni mi ero subito proposto di spostarla in

un'altra città, dal momento che oltretutto Venezia era fuori dal nostro territorio di competenza.

Per importanza monumentale e prestigio Padova sembrava la collocazione più adatta e l'amministrazione comunale era pronta a fornirci, a un affitto simbolico, un bel palazzo in Prato della Valle. Prima di avviare una trattativa col Ministero però volevo che fossero d'accordo i miei dipendenti, che avrebbero dovuto cambiare il percorso tra casa e ufficio. Non mi aspettavo da parte loro, residenti in gran parte intorno a Venezia e a Treviso, la violenta levata di scudi che invece si verificò, vanificando, nonostante una lunga opera di persuasione, ogni mia speranza. Abbandonai però definitivamente il progetto di installare l'ufficio nel suo ambiente di lavoro solo quando il Ministero, accortosi finalmente di noi, ci assegnò una sede ufficiale accogliente in un palazzo appena restaurato, acquisito per un'intelligente prelazione, in rio Marin.

Un ultimo scontro, che ha disperso le nostre energie in inutili e faticose diatribe, è stato originato dall'introduzione dell'elettronica nella gestione delle pratiche. La nostra Soprintendenza è stata una delle prime ad avviare l'archiviazione informatizzata, grazie all'azione di alcuni funzionari da me supportati. Infatti, nonostante il mio ostinato analfabetismo in materia, tuttora persistente, ero convinto della necessità di sveltire e rendere più trasparente il nostro servizio, liberandolo dal mare di carta che lo stava sommergendo. Purtroppo non tutti la pensavano così, perché molti temevano di occuparsi di funzioni fino allora considerate meramente esecutive. Ad opporsi alla novità erano soprattutto gli architetti, che non capivano come l'introduzione di procedimenti informatici richiedesse che l'istruttore di una pratica si occupasse anche della sua registrazione e consideravano una perdita di tempo e forse anche di dignità ricoprire mansioni tradizionalmente destinate ad altri. Col tempo hanno dovuto arrendersi a una prassi che si andava imponendo in tutti i settori, ma la loro resistenza mi ha obbligato a inventare formule organizzative intermedie, in modo da arrivare per gradi al cambiamento. Devo confessare che non si sono ottenuti i risultati di velocità sperati e il mare di carta è ancora là ad opprimerli, ma credo che questo dipenda da una persistente inerzia burocratica, dura a morire.

A proposito di inerzie, devo anche registrare gli inutili sforzi compiuti per sensibilizzare i custodi di villa Pisani, che sognavo di trasformare in motivati valorizzatori del museo assegnato alla nostra competenza. In questo caso si trattava però di una guerra persa in partenza, dal momento che il nostro mansionario affidava loro solo compiti di vigilanza piuttosto astratti. Loro lo conoscono a memoria e non si sognano nemmeno di andare oltre una quasi inerte contemplazione del bene loro affidato, con la solerte complicità dei sindacati.

Ricordo bene la disponibilità intelligente dei nuovi arrivati, subito rimessi in un'oziosa carreggiata dalle rimozioni dei più anziani, pronti a far valere i propri diritti. Un giorno, per fare un esempio, uno dei più sensibili tra loro mi fece notare che un cortile si era allagato perché alcuni vasi impedivano il deflusso dell'acqua piovana. Si decise a spostarli solo per dare una mano a me che stavo provvedendo da solo. Dopo le numerose e infruttuose riunioni fatte per persuaderli a superare spontaneamente una condizione che trasformava ottimi lavoratori in frustrati e litigiosi fannulloni, mi decisi a spostare gli insoddisfatti nell'ufficio veneziano per sottrarli a un ambiente opprimente. Nonostante queste e altre remore, devo concludere che il ventennio trascorso nella Soprintendenza ha rivelato cariche di energia e di passioni tali da trasformare una funzione oggettivamente pesante e sicuramente impopolare in un servizio ricco di soddisfazioni. Oggi che il rapporto col Ministero, già insoddisfacente, si è fatto ancora più opprimente, sento molte voci di rimpianto per un periodo considerato, a dispetto dei suoi limiti, felice. Ne sono testimonianza tra l'altro, gli oltre cento progetti da noi diretti in ogni angolo del territorio veneto, rappresentati nel triplo numero speciale che la questa rivista, *Galileo*, ha voluto dedicarci una decina d'anni fa. •



FRACASSO
divisione acustica

Tecnici competenti in acustica, esperti nella progettazione e realizzazione di sistemi avanzati di isolamento acustico

Scopri tutti i sistemi di isolamento su
www.divisioneacustica.it



Flot-Sound

Elevate performance per un sottopavimento indispensabile. Particolarmente consigliato per i pavimenti in legno flottante.



Acousticbag

Flessibilità di impiego, praticità d'uso e resistenza caratterizzano il pannello fonoisolante - fonoassorbente Acousticbag

Fracasso SPA Divisione Acustica

tel 049 9899 111 - fax 049 9801 554 - acustica@fracasso.it

Via Barbariga, 7 - 30032 Fiesso d'Artico (VE)

L'adeguamento del patrimonio stradale esistente obiettivi, criteri e tipi di intervento

Francesca Pilia, Alfredo De Lorenzo, Francesco Annunziata DICAAR, Università di Cagliari

Sommario

Nel futuro che ci attende un tema strategico per lo sviluppo socio-economico è l'adeguamento del patrimonio infrastrutturale esistente, nella convinzione che argomento di studio, di ricerca e di progettazione sarà sempre più il recupero, anche per nuove funzioni, dell'esistente. Si pensi ai centri storici delle nostre città, ed alle periferie urbane, da riqualificare, alle linee ferroviarie, da riutilizzare, in parte, quali metropolitane di superficie di diverso livello territoriale, ed alle stesse strade. Per queste ultime, l'adeguamento deve essere inteso a dare un supporto alla rete autostradale ed a quella fondamentale, a livello nazionale, interregionale e regionale, a migliorare le condizioni di sicurezza, particolarmente precarie nella viabilità ordinaria extraurbana, e ad assicurare migliori condizioni di accessibilità a quella gran parte delle aree regionali, confinate in condizioni di marginalità, e dalle quali si continua ad assistere a esodi delle popolazioni verso aree meglio attrezzate di servizi e meglio servite dalle reti infrastrutturali. Quest'impostazione culturale e strategica non esclude che le reti esistenti possano essere implementate con la costruzione di nuovi segmenti infrastrutturali. Ciò si renderà necessario quando il patrimonio esistente non abbia decisivi margini di miglioramento, quando la sua funzionalità complessiva richieda nuovi archi infrastrutturali, quando l'adeguamento di quelli esistenti richieda un costo ambientale eccessivo.

Il quadro normativo in merito all'adeguamento delle strade esistenti persiste in condizioni di grave carenza: la riqualificazione funzionale deve essere rivolta infatti a considerare il rapporto tra la strada e le caratteristiche ambientali, geologiche, idrogeologiche e territoriali, il rapporto, in particolare, con gli equilibri preesistenti. Il motivo conduttore di un complessivo progetto di adeguamento deve essere la sostenibilità ambientale e la sicurezza intrinseca della strada, sia che si tratti di nuova costruzione che di riqualifica: la progettazione di un tracciato nuovo/rinnovato deve produrre una strada facilmente leggibile, che offra di sé un'immagine corretta, che non produca interpretazioni contraddittorie e quindi insicurezza della circolazione.

Ancora, la definizione di patrimonio stradale, dato dal sistema costituito dalle strade, cioè dalle infrastrutture direttamente necessarie a consentire la percorrenza da parte degli autoveicoli, ivi comprese le pertinenze funzionali alle stesse infrastrutture che ricadono nelle competenze dell'Ente proprietario, appare limitare la valutazione della rete viaria globale. Quest'ultima è quasi sempre costituita da più strade, gestite da Enti diversi, che si interconnettono tra loro, e con reti di natura diversa, e che richiedono pertanto una gestione di ambito territoriale, ad un livello superiore rispetto alle prerogative dell'Ente proprietario. Pertanto, si ritiene che questo concetto, e la conseguente impostazione di lavoro, debbano essere ripensati nel senso che i differenti Enti gestori, reciprocamente, inquadrino le necessità di interventi sul patrimonio di loro competenza, intendendo questo come parte di un sistema infrastrutturale più complesso. Dei singoli interventi vanno viste le interconnessioni e le ricadute sugli archi infrastrutturali di altri Enti gestori, nella logica di intendere il sistema al servizio di un dato territorio visto nella sua unitarietà, anche se soggetto alle decisioni di più Enti. La regia di questa gestione coordinata non può che essere di Organi di Governo regionali e sovra-regionali, quando si tratti di infrastrutture interregionali, con il vantaggio che la programmazione degli interventi, e la stessa assegnazione di risorse finanziarie, vanno fondate sulla concertata verifica preventiva delle esigenze e quindi sull'individuazione degli interventi necessari.

Se la gestione del patrimonio infrastrutturale consiste nell'applicazione di principi economici e di metodi di buona pratica tecnica all'interno di un sistema fortemente strutturato di supporto alle decisioni, finalizzato all'allocazione ed all'impiego ottimale delle risorse, essa comprende la pianificazione, la progettazione, l'esercizio, la manutenzione e l'adeguamento, in quanto fasi successive, finalizzate a garantire la vita utile dell'opera e/o del sistema infrastrutturale, prevista nella fase iniziale di progetto. Si può affermare che la prevalente finalità della gestione di un patrimonio infrastrutturale consiste nel mantenerlo adeguato alle funzioni assegnate a ciascuno degli elementi componenti, nell'ambito di una determinata vita utile. Essa deve comprendere le attività finalizzate al mantenimento/miglioramento del servizio reso da una rete infrastrutturale, anche costituita dagli elementi che nel tempo vengono aggiunti perché richiesti da esigenze di maggiore funzionalità derivanti, ad esempio, da variazioni del contesto territoriale, ove l'infrastruttura è inserita. In quest'ottica, la gestione di un itinerario fondamentale o extraurbano principale deve fondarsi su uno studio che consideri anche tutte le componenti la rete che risultano fondamentali, per esempio, per sostenere la stessa funzionalità dell'itinerario sovraordinato. Dovranno essere individuate, in un progetto preliminare unitario, le caratteristiche geometriche e di progetto dell'itinerario principale e di quelli di raccordo, realizzati dalla viabilità ordinaria extraurbana, la localizzazione delle intersezioni e la scelta del tipo. Accanto a criteri di progettazione tesi a valorizzare la funzionalità di una rete viaria, il progetto preliminare ed il progetto definitivo devono curare che i differenti interventi rispettino il contesto attraversato, nei suoi differenti valori, le condizioni di equilibrio preesistenti, evitando che le conseguenze dei suddetti interventi enfatizzino gli effetti di eventi naturali particolarmente critici ed aggravino le condizioni di dissesto idrogeologico del territorio attraversato.

1. Introduzione

Una possibile definizione di patrimonio stradale è stata proposta in occasione del XXVI Convegno Nazionale Stradale AIPCR: «Esso è il sistema costituito dalle strade, cioè dalle infrastrutture direttamente necessarie a consentire la percorrenza da parte degli autoveicoli; esse sono composte da carreggiate, banchine, sovrastrutture stradali, segnaletica, barriere di protezione, opere d'arte e di smaltimento delle acque ecc. Ne fanno anche parte le pertinenze funzionali alle stesse infrastrutture che ricadono nelle competenze dell'Ente proprietario della strada: rilevati, recinzioni, muri, marciapiedi, aree di sosta e di servizio, aree comunque a ridosso della strada già espropriate, anche se non utilizzate direttamente per la realizzazione del progetto stradale».

Questa definizione tende a considerare tutti gli elementi utilizzati o utilizzabili ai fini della gestione della strada, che siano già disponibili per l'Ente proprietario, mentre esclude le aree limitrofe per l'utilizzo delle quali sarebbe necessario un ulteriore esproprio. Le fasce di rispetto, pur essendo in parte private, e quindi non immediatamente disponibili, non fanno parte del patrimonio stradale così definito, ma richiedono comunque una gestione da parte dell'Ente proprietario: controllo sull'edificazione, sulla vegetazione, eventuale richiesta di intervento ai proprietari o intervento diretto in danno, a tutela della sicurezza della circolazione.

La suddetta definizione di patrimonio stradale appare limitare la valutazione della rete viaria globale, in quanto quest'ultima è quasi sempre costituita da più strade, gestite da Enti diversi, che si interconnettono tra loro, e con reti di natura diversa, e che richiedono pertanto una gestione di ambito territoriale, ad un livello superiore rispetto alle prerogative dell'Ente proprietario. Pertanto, si ritiene che questo concetto, e la conseguente impostazione di lavoro, debbano essere ripensati nel senso che i differenti Enti gestori, reciprocamente, inquadrino la necessità di interventi sul patrimonio di loro competenza, intendendo questo come parte di un sistema infrastrutturale più complesso. Dei singoli interventi vanno viste le interconnessioni e le ricadute sugli archi infrastrutturali di altri Enti

gestori, nella logica di intendere il sistema al servizio di un dato territorio visto nella sua unitarietà, anche se soggetto alle decisioni di più Enti. La regia di questa gestione coordinata non potrà che essere di Organi di Governo regionali e sovra regionali, quando si tratti di infrastrutture interregionali, con il vantaggio che la programmazione degli interventi, e la stessa assegnazione di risorse finanziarie, sarà fondata sulla concertata verifica preventiva delle esigenze e quindi sull'individuazione degli interventi necessari.

Occorre anche definire il concetto di gestione. Esso è stato espresso da una definizione proposta dall'AIPCR: «La gestione del patrimonio infrastrutturale consiste nell'applicazione di principi economici e di metodi di buona pratica tecnica all'interno di un sistema fortemente strutturato di supporto alle decisioni, finalizzato all'allocazione ed all'impiego ottimale delle risorse». In essa dovrebbero essere comprese la pianificazione, la progettazione, la realizzazione, l'esercizio, la manutenzione e l'adeguamento, in quanto fasi successive, finalizzate a garantire la vita utile di un'opera, prevista nella fase iniziale di progetto. Infatti, subito dopo la costruzione di un'infrastruttura, devono essere messe in atto una serie di attività necessarie per l'esercizio, la manutenzione e l'eventuale adeguamento della stessa, ma già in fase di progettazione deve essere predisposto il piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti. In particolare, il progetto esecutivo deve essere corredato da apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti secondo i termini, le modalità, i contenuti, i tempi e le gradualità previsti dalle Norme.

In generale, le attività di esercizio e di manutenzione sono finalizzate al perseguimento di due obiettivi diversi:

- l'esercizio attiene più direttamente al servizio che l'infrastruttura deve prestare agli utenti e, pertanto, comprende le attività tese a garantire la funzionalità e la sicurezza della circolazione con la conseguente minimizzazione del costo globale sopportato dagli utenti;
- la manutenzione attiene più direttamente a preservare il valore patrimoniale dell'infrastruttura.

Il piano di manutenzione definisce il programma temporale delle azioni da compiere sugli elementi che compongono l'infrastruttura, per ottenere determinati obiettivi con il minor impiego di risorse o per conseguire il miglior obiettivo possibile con un prefissato impiego di risorse. Tali obiettivi si differenziano a seconda dei soggetti e degli aspetti coinvolti. In particolare, per gli utenti della strada e per la società, la manutenzione deve garantire che le condizioni funzionali dell'infrastruttura non scendano al di sotto di un livello minimo accettabile, definito in relazione ai parametri funzionali che hanno un'influenza diretta sugli effetti prodotti dal traffico. Particolare attenzione deve essere rivolta ai difetti che influenzano la sicurezza stradale e che necessitano di interventi immediati; per l'Amministrazione, l'infrastruttura dovrebbe essere protetta da qualsiasi tipo di degrado eccessivo per garantire uno spazio viabile adeguato; per la salvaguardia dell'ambiente, i lavori dovrebbero essere eseguiti rispettando le esigenze di eco-compatibilità.

Da tutto ciò deriva che si può affermare che la prevalente finalità della gestione di un patrimonio infrastrutturale consiste nel mantenerlo adeguato alle funzioni assegnate a ciascuno degli elementi componenti, nell'ambito di una determinata vita utile. Quando un'infrastruttura non soddisfa tutti o parte dei requisiti richiesti, in particolare quelli connessi agli aspetti strutturali, alla qualità ed alla sicurezza della circolazione, si rende necessario adeguarla funzionalmente così da sanare le situazioni anomale: a seconda dei casi l'intervento riguarda taluni elementi dell'infrastruttura o coinvolge l'intera opera. Gli interventi di adeguamento funzionale possono rendersi necessari a seguito di un'imprevista variazione delle funzioni richieste alla strada che determina una riduzione della vita utile e/o l'inadeguatezza della stessa a soddisfare le nuove esigenze generate dalle variate condizioni di circolazione. Essi, usualmente, determinando modifiche alle opere, tali da comportarne un

2. La gestione della strada nel suo servizio al territorio

Quando si tratta di adeguare una strada per rimuovere condizioni di degrado della stessa, vengono presi in considerazione e analizzati:

- le sovrastrutture, nelle loro caratteristiche funzionali (rugosità, regolarità, rumorosità) e strutturali (resistenza strutturale del multistrato);
- le opere di drenaggio superficiali e profonde, ed in particolare l'eventuale alterazione della curva granulometrica, il degrado della permeabilità, l'intasamento/dissesto dei tubi di drenaggio;
- le opere d'arte maggiori e minori (cedimenti, perdita di funzionalità ecc.);
- i cedimenti del corpo stradale, ovvero i cedimenti dei terreni di fondazione, i difetti di regimazione delle acque del territorio interessato ecc.;
- i cedimenti del solido stradale: terre inidonee, tecniche costruttive carenti, pendenze delle scarpate inadeguate ecc.;
- i dispositivi di ritenuta laterali e centrali, che potrebbe essere necessario sostituire, perché non a norma o inadeguati, essendo variate le caratteristiche della corrente veicolare, o semplicemente perché daneggiati ecc.;
- l'inadeguatezza delle intersezioni, in termini di localizzazione, di disegno, di distanze di visibilità ecc.;
- il venir meno delle condizioni di sicurezza della circolazione.

Usualmente, in termini di importanza, si assegna alle sovrastrutture e alle opere d'arte la quota di gran lunga maggiore tra le varie componenti di una strada, tanto che spesso si identifica la manutenzione stradale con le attività che si riferiscono a queste due componenti sia in termini di costi che di risultati. Tuttavia, anche per i parametri riferentisi alle altre componenti è necessario identificare ed utilizzare indicatori di prestazione adeguati. La chiave di lettura proposta consiste nel considerare la gestione del patrimonio in quanto comprensiva delle attività di pianificazione, progettazione, manutenzione ed adeguamento, finalizzate al mantenimento/miglioramento del servizio reso da una rete infrastrutturale, anche costituita da quegli elementi che nel tempo vengono aggiunti perché richiesti da esigenze di maggiore funzionalità derivanti, ad esempio, da variazioni del contesto territoriale, ove l'infrastruttura è inserita. In quest'ottica, la gestione di un itinerario fondamentale o di interesse regionale di primo livello deve fondarsi su uno studio che consideri anche tutte le componenti la rete che risultano fondamentali, per esempio, per sostenere la stessa funzionalità dell'itinerario suddetto. Dovranno essere individuate le caratteristiche geometriche e di progetto dell'itinerario principale e di quelli di raccordo, la localizzazione delle intersezioni e la scelta del tipo. Successivamente, dovrà essere individuata la scala di priorità dei differenti interventi di adeguamento per i quali avviare lo sviluppo della progettazione. Sia per gli itinerari principali che per quelli di raccordo l'approccio da seguire nella progettazione degli interventi di adeguamento è quello preventivo, che consenta una gestione della rete tale da garantirne il funzionamento anche in presenza di avverse condizioni meteorologiche, di traffico e/o in presenza di interventi di manutenzione, sia pure con una riduzione dei livelli di servizio, e tale da produrre una strada intrinsecamente sicura. Una strada può dirsi intrinsecamente sicura quando presenta i seguenti elementi caratterizzanti:

- le caratteristiche geometriche della sezione sono corrispondenti al flusso orario di progetto e commisurate alla stessa velocità di progetto, così da concorrere ad assicurare condizioni di flusso stabile fino al termine della vita utile;
- i raggi di curvatura orizzontale e verticale, le pendenze longitudinali e trasversali sono compatibili tra loro ed adeguati alla velocità di progetto;
- la distanza di visibilità su ogni elemento del tracciato è commisurata alla velocità di progetto e concorre a determinare livelli di servizio adeguati;
- gli attraversamenti e le immissioni sono regolamentati e visibili ad una distanza di sicurezza adeguata;

miglioramento qualitativo e/o quantitativo, richiedono nuove scelte progettuali.

La progettazione di un intervento di adeguamento funzionale è più difficoltosa rispetto a quella di una nuova infrastruttura. Essa deve tener conto della situazione preesistente caratterizzata da una spiccata disomogeneità degli elementi compositivi dell'infrastruttura, concepiti e costruiti usualmente in epoche differenti e remote: spesso il patrimonio stradale extraurbano è stato progettato e costruito in periodi nei quali non erano disponibili norme tecniche di progettazione.

In considerazione di ciò, nella progettazione di un intervento di adeguamento funzionale, non si può far riferimento agli stessi criteri utilizzati nella progettazione di nuove infrastrutture, fondati su una serie di indicazioni prescrittive per i singoli elementi che la compongono. Questo aspetto viene sempre più messo in evidenza, così che risulta necessario disciplinare, con nuove normative, gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, previsti negli strumenti di pianificazione e di programmazione degli Enti proprietari delle strade. Si viene raccomandando che, in mancanza di specifiche indicazioni normative, si possa comunque far riferimento alla normativa per le strade di nuova costruzione, consentendo un'applicazione dei relativi criteri prescrittivi con maggiore flessibilità, per garantire una progettazione sensibile al contesto attraversato e/o coinvolto.

Attualmente, gran parte degli interventi riguardano l'adeguamento di intersezioni e tronchi stradali, sicché si tende ad adottare norme di tipo prestazionale: esse sanciscono la necessità di riferirsi a valutazioni specifiche delle prestazioni attese dopo l'intervento di adeguamento, nelle reali condizioni di circolazione. Il carattere prestazionale si adatta agli obiettivi generali previsti, poiché con esso è possibile stabilire obiettivi e risultati per le condizioni operative che possono essere indipendenti dal tipo di strada e dalla sua condizione iniziale.

- le pavimentazioni sono caratterizzate da coefficienti di aderenza e da condizioni di regolarità tali da assicurare il mantenimento delle condizioni di moto stabile, anche in presenza delle condizioni ambientali più frequentemente critiche;
- le cunette laterali non sono profonde con sezione incassata;
- le pendenze delle scarpate degli scavi e dei rilevati sono corrispondenti alle caratteristiche geotecniche delle terre ed agli equilibri dei solidi stradali;
- le carreggiate sono delimitate e separate da spazi e/o dispositivi opportuni, che permettono l'arresto del veicolo in svio;
- gli ostacoli fissi e localizzati sono adeguatamente separati dalla corrente veicolare.

Il concetto di vita utile è generalmente legato alle condizioni delle sovrastrutture e delle opere d'arte, ma deve essere più propriamente riferito all'infrastruttura nella sua complessità. Si potrebbe, ad esempio, far riferimento al suo funzionamento ordinario, in assenza di decadimenti strutturali delle opere d'arte, ed in particolare al servizio reso dalla strada. Certamente la velocità ed il flusso sono funzioni delle condizioni nelle quali si trovano la sovrastruttura e la pavimentazione, pertanto la vita utile deve essere legata al venir meno delle condizioni di flusso stabile. Conseguentemente, se la finalità della gestione stradale è quella di assicurarne il servizio reso, per un certo numero di anni, con riferimento al flusso di progetto, occorrerà intervenire per assicurare il prosieguo della vita utile a fronte di condizioni territoriali mutate: variazioni dell'entità della corrente veicolare di progetto e/o della composizione della stessa.

Se si considera esclusivamente l'infrastruttura stradale questa potrà essere considerata intrinsecamente insicura quando degradata, intendendo il degrado quale ammaloramento, cedimento, deficienza funzionale e/o strutturale della strada, con particolare riferimento agli elementi fisici che la caratterizzano. La rimozione di queste condizioni potrà richiedere, per esempio:

- la correzione della distanza di visibilità in curva;
- l'inserimento delle curve di transito, senza variazione della poligonale d'asse;
- la correzione dei raggi di curvatura inadeguati;
- la riduzione della lunghezza eccessiva dei rettifili, tale da non produrre una corretta condotta di guida, conforme agli standard progettuali adottati;
- l'introduzione di tutte quelle caratteristiche che concorrono a realizzare una strada intrinsecamente sicura.

Se, invece, si prendesse in considerazione la strada come parte di una rete e/o di un contesto territoriale ovvero se si facesse riferimento ai fattori sociali, urbanistici ed ecologici, appare evidente che, nella valutazione delle condizioni di degrado stradale, vanno considerati, a seconda delle differenti necessità:

- il contesto territoriale;
- la rete viaria e gli itinerari.

Come già accennato, il degrado di una strada e/o di una rete viaria può essere inteso nel senso che questa non è più in grado di assolvere alla funzione assegnata a un dato livello di servizio, perché, per esempio:

- è mutata la domanda di trasporto che la interessa a seguito di una diversa organizzazione territoriale o del sistema dei trasporti;
- sono mutate le condizioni ambientali, sociali e/o economiche del contesto attraversato;
- e quindi le caratteristiche geometriche e di progetto assegnate ai differenti archi della rete viaria si dimostrano inadeguate al soddisfacimento delle prevedibili nuove caratteristiche delle correnti veicolari. Viceversa, potrebbe verificarsi che sia il degrado della rete a provocare quello socio-economico del territorio interessato, ovvero un impatto ambientale ritenuto inaccettabile. Pertanto, la programmazione degli interventi di adeguamento deve tenere in considerazione le indicazioni degli strumenti di pianificazione ed essere eseguita nel rispetto delle valenze ambientali del contesto interessato.

Questo approccio globale nella gestione della rete può comportare la necessità di una riqualificazione funzionale della stessa, ovvero l’attribuzione ad elementi della rete viaria esistente di funzioni che ne richiedono l’adeguamento e/o la progettazione parziale di alcuni tratti. In questo caso, e con riferimento agli aspetti ambientali, si ritiene che debba essere prevista:

- una VAS (Valutazione Ambientale Strategica) quando si ragiona in termini di progetto complessivo dell’assetto viario, al fine di assicurare che quest’ultimo sia ambientalmente sostenibile;
- uno studio di impatto ambientale quando si affronta la progettazione dell’adeguamento di un singolo tratto stradale.

Un’attenzione particolare, nella definizione di un tracciato, oggetto di un progetto preliminare, preventivo di condizioni di degrado, deve essere rivolta alla natura dei terreni attraversati. Si devono evitare terreni idonei per attività produttive e si devono evitare terreni che non siano idonei per l’eventuale formazione dei rilevati. Peraltro, una soluzione è ambientalmente sostenibile se si riesce a realizzare integralmente il compenso longitudinale delle terre, entro una certa distanza media di trasporto. Tutto questo è vero se vengono utilizzati come materiali costruttivi risorse territoriali non rinnovabili; se è possibile utilizzare materie prime seconde (sfridi di produzioni industriali, materiali risultanti da demolizioni ecc.), perché disponibili o perché risultanti da impianti di trattamento, questa impostazione progettuale può mutare. Il progetto di un itinerario potrà comprendere tratti ove è più conveniente utilizzare terre naturali e tratti ove invece è più conveniente impiegare materie prime seconde.

Nella valutazione delle alternative di tracciato possono essere considerati tra i benefici quelli derivanti dalla bonifica dei suoli oggi occupati da discariche di materiali considerati inutilizzabili e/o quelli derivanti dal rilancio di attività produttive connesse al settore delle cave. Dalle considerazioni sopra espresse emerge chiaramente che, nonostante il quadro normativo inerente il corretto inserimento ambientale di un’infrastruttura viaria sia ricco ed articolato, deve essere rivista la normativa sugli studi di fattibilità ambientale, richiamandovi più puntualmente l’attenzione sulla necessità sia di limitare l’impiego di risorse territoriali non rinnovabili e l’occupazione di terreni idonei per attività produttive, con le discariche degli scarti, sia di incentivare attività di bonifica ambientale impiegando gli scarti come materiali costruttivi. Non appare ancora esplicita e decisa la volontà di premiare, ove possibile, l’opportunità di preferire gli scarti, le materie prime seconde, all’utilizzo di risorse non rinnovabili.

Infine, con riferimento agli strumenti di pianificazione che si ritiene debbano essere tenuti in considerazione nella pianificazione degli interventi di adeguamento, un cenno particolare meritano i piani di protezione civile. In questi devono essere classificati itinerari extraurbani che abbiano la funzione di essere di supporto agli itinerari principali, al fine di garantire l’attraversamento di una data regione e/o l’accessibilità alla stessa. In quest’ottica il piano di protezione civile deve contenere anche un’ipotesi di riassetto della rete viaria, a servizio di un dato territorio, che derivi dalla valutazione dell’affidabilità della singola strada, e quindi del decadimento della capacità di svolgere, in determinate occasioni, la sua funzione. Questo obiettivo dell’adeguamento del patrimonio stradale può essere definito in qualche modo innovativo: tra gli elementi di valutazione degli interventi si terrà conto della convenienza

3. Obiettivi della riqualificazione funzionale

Secondo l’impostazione predetta la riqualificazione funzionale deve preliminarmente prendere l’avvio dall’attribuzione di funzioni specifiche ai singoli elementi viari: s’impone la definizione di una metodologia di classificazione delle strade esistenti che presupponga una pianificazione generale o di settore, con specificazioni infrastrutturali, e altri strumenti di Piano. In una corretta prospettiva di valorizzazione delle risorse ambientali esistenti non si può prescindere dalla valutazione del ruolo e della funzione che la singola strada assolve all’interno della rete (locale, regionale od anche nazionale). L’evidente obiettivo della classificazione è di uniformare le caratteristiche infrastrutturali delle diverse tipologie di strada. Essa si configura come verifica di validità della gerarchizzazione funzionale delle strade, individuata da strumenti di pianificazione. Devono quindi essere esaminati, qualora esistenti, i piani di inquadramento e di programmazione della rete considerata (Piano Nazionale dei Trasporti, Piani Regionali dei Trasporti, Piani Urbanistici Comunali o altri strumenti di Piano) e vanno individuate le funzioni assolte o assegnate, come obiettivo, alle strade esistenti (funzione primaria, principale, secondaria, locale). I Piani suddetti prefigurano la razionalizzazione della rete esistente, con interventi di adeguamento e/o di potenziamento, in una previsione di sviluppo urbanistico di medio/lungo periodo. Pertanto, la classificazione funzionale delle strade – avente lo stesso periodo temporale di validità degli strumenti di pianificazione territoriale e dei trasporti dai quali proviene – si pone alla base della organizzazione della mobilità, mettendo in evidenza usi e caratteristiche improprie delle infrastrutture viarie, permettendo di individuare i principali fattori di insicurezza della circolazione e orientando le attività di progettazione per l’adeguamento delle infrastrutture. Gli obiettivi prestazionali pertanto vengono precisati nell’ambito della definizione della classe funzionale attesa dopo l’intervento di adeguamento e gli stessi obiettivi devono essere congruenti con quelli specifici della classe funzionale attesa.

Si possono considerare quali obiettivi di un piano di riqualificazione funzionale di

di individuare, nell’ambito della rete viaria che serve una data regione, quelle strade che possano essere adeguate, così da corrispondere ad esigenze di protezione civile, sulle quali indirizzare, sia pure con livelli di servizio inferiori, la mobilità che risulterebbe penalizzata dalle condizioni critiche verificatesi nella regione e/o su taluni itinerari strategici della stessa. Si pensi ad esempio ad aree critiche, sismiche, soggette a fenomeni di dissesto idrogeologico e/o esposte a ricorrenti avversità meteorologiche. Non è possibile escludere a priori che tali aree possano essere attraversate da infrastrutture di tipo autostradale per le quali occorre garantire la percorrenza anche in caso di condizioni particolarmente avverse, pertanto deve essere attentamente valutata la progettazione di itinerari di supporto che attraversino aree meno esposte, per esempio, a criticità meteorologiche, sui quali indirizzare una parte dei flussi di traffico, così da alleviare le condizioni di circolazione sul corridoio principale. Consolidamento dei versanti, rafforzamento delle sovrastrutture e delle opere d’arte, adeguamento delle sezioni trasversali, lievi varianti di tracciato possono essere elementi di intervento, sugli itinerari di supporto, che devono essere progettati contestualmente con il dimensionamento del corridoio principale. Analogamente, devono essere progettate le interconnessioni tra i differenti itinerari così da facilitare l’utilizzo e la gestione del sistema viario che ne viene costituito. Con riferimento alle condizioni di degrado di una strada come parte integrante di una rete e/o di un itinerario assume una singolare importanza l’inadeguatezza delle intersezioni. In proposito, nascono alcuni quesiti/spunti utili per le successive fasi progettuali:

- l’adeguamento di un tracciato stradale, per il miglioramento della sicurezza della circolazione, deve preliminarmente considerare, in sede di progetti preliminare e definitivo, la risoluzione dei nodi;
- nel progetto preliminare della rete viaria, della quale è parte il tracciato stradale, devono essere conseguentemente localizzate le soluzioni dei nodi e individuate queste ultime nelle loro caratteristiche; queste soluzioni, in considerazione della consueta criticità dei nodi di una rete stradale, devono essere intese quali vincoli nella successiva progettazione del tracciato plano-altimetrico del singolo elemento della rete viaria;
- nel progetto definitivo, lo studio del tracciato plano-altimetrico deve partire dalla progettazione delle intersezioni, così da vincolare le scelte plano-altimetriche ad assicurare precipuamente la visibilità delle zone di intersezione; in particolare, la scelta delle caratteristiche di progetto delle curve planimetriche ed altimetriche, la stessa definizione del profilo longitudinale, devono essere corrispondenti ad assicurare le predette condizioni di visibilità. Nella definizione e progettazione degli interventi che si renderanno necessari, nell’ambito di un determinato itinerario, varranno quindi i seguenti criteri generali:
- analisi dell’intervento in rapporto agli strumenti programmatici esistenti e valutazione degli stessi nella loro coerenza e nel genere di rapporto;
- analisi dell’intervento contestualmente alla rete stradale nella quale si colloca;
- inquadramento degli interventi in una logica di itinerario;
- valutazione di come l’intervento possa realizzare una soluzione uniforme e, laddove siano presenti situazioni di disomogeneità, definizione funzionale dei tratti di transizione;
- valutazione degli interventi affinché non determinino un impatto ambientale tale da non essere più ritenuto accettabile.

una rete viaria:

- la realizzazione delle condizioni di sicurezza della circolazione ed il miglioramento dei livelli di servizio;
- il miglioramento delle condizioni di accessibilità territoriale;
- il conferimento alla rete stessa delle caratteristiche di connettività nell’ambito del sistema dei trasporti di cui è parte;
- il concorrere ad una riorganizzazione territoriale finalizzata ad obiettivi di riequilibrio del complessivo sistema degli insediamenti e dei servizi;
- l’adeguamento delle reti viarie nelle finalità proprie della protezione civile, di modo che siano sempre garantiti i collegamenti per una data regione e/o che attraversino la stessa.

Come detto, la riqualificazione funzionale di una rete viaria può essere finalizzata alla realizzazione di un sistema integrato ed intermodale, all’interno del quale ciascuna componente svolga un ruolo corrispondente alle proprie peculiarità tecniche ed economiche e sia complementare con altre. Va pertanto promosso un processo di riqualificazione funzionale degli archi costituenti la rete, poiché la definizione del predetto sistema integrato deve essere raggiunta perseguendo l’obiettivo dell’ottimizzazione delle risorse disponibili, con la massima attenzione all’uso e al riuso di quelle già esistenti sul territorio. Ancora, dovrà essere considerato con sempre maggior attenzione che il sistema delle infrastrutture viarie va utilizzato per governare la localizzazione delle attività sul territorio. Infatti l’aumento di connettività delle reti di trasporto è la condizione fondamentale per assecondare la formazione di una struttura territorialmente più reticolare, ed una migliore diffusione dello sviluppo. Un sistema infrastrutturale di trasporto non più solamente finalizzato a velocizzare i collegamenti tra *periferie* e *centri*, ma anche rivolto a porre le premesse per una diversa organizzazione di una data regione, rispondente ad obiettivi di riequilibrio territoriale, può essere valutato ancora di maggiore convenienza nel complesso delle differenti alternative progettuali.

3.1. Le differenti fasi della riqualificazione funzionale

3.1.1. La riqualificazione funzionale di una strada e/o di una rete può essere ottenuta attraverso interventi di:

- manutenzione ordinaria;
- manutenzione straordinaria;
- adeguamento.

Per *manutenzione ordinaria* si intende il complesso delle attività e degli interventi necessari a garantire il mantenimento delle caratteristiche funzionali del patrimonio stradale e delle condizioni di sicurezza della circolazione, conformemente al progetto originario e alla normativa vigente all’epoca dello stesso. Ad esempio, si possono considerare manutenzione ordinaria:

- attività di custodia e vigilanza del patrimonio stradale;
- attività di verifica e controllo delle caratteristiche funzionali delle varie componenti del patrimonio;
- interventi di ripasso della segnaletica orizzontale e di riparazione o sostituzione dei segnali verticali;
- interventi di manutenzione del verde e delle pertinenze;
- pulizia e mantenimento di tutti gli elementi marginali della piattaforma (banchine pavimentate, arginelli, reti di smaltimento delle acque);
- interventi di ripristino della sovrastruttura stradale, che possono essere parziali – sarcitura fessure, riempimento buche ecc. – oppure completi – rifacimento del manto di usura degradato con le stesse caratteristiche di quello originario;
- interventi di riparazione delle barriere di protezione danneggiate a seguito di incidenti;
- gestione e manutenzione degli impianti (illuminazione, ventilazione in galleria ecc.);
- manutenzione e sostituzione di giunti e di apparecchi di appoggio di ponti e viadotti;
- ripristino del calcestruzzo ammalorato di muri e opere d’arte;
- ecc.

L’attività di manutenzione ordinaria può essere:

- correttiva*, vengono attivati gli interventi a seguito del verificarsi di un degrado, guasto o malfunzionamento;
- preventiva*, vengono attivati gli interventi in base ad un programma stabilito su base temporale o sulla base dell’analisi delle caratteristiche dei componenti, al fine di prevenire l’insorgenza del degrado, guasto o malfunzionamento. In questo caso la manutenzione può essere:

- ciclica*, si attiva a ogni predeterminato intervallo di tempo;
- su condizione*, viene attivato l’intervento su un certo componente quando un parametro chiave di usura raggiunge una determinata soglia di degrado che è considerata non più accettabile per funzionalità, sicurezza ecc.;
- predittiva*, l’intervento viene attivato in base all’interpretazione dell’andamento dei dati del parametro chiave di usura.

Per *manutenzione straordinaria* si intendono le attività necessarie a garantire la funzionalità del patrimonio stradale che comportano modifiche delle caratteristiche funzionali e geometriche, nell’ambito del tipo e della categoria della strada, tali da conseguire, attraverso un adeguamento localizzato di tipo funzionale o normativo, un miglioramento delle opere costituenti il patrimonio stesso, rispetto al progetto originario. Queste attività si traducono in un miglioramento delle condizioni di sicurezza e delle condizioni di deflusso, a parità di vita utile prevista. L’esigenza di tali interventi può nascere da:

- adeguamento della strada alla funzione assegnata;
- nuove normative in materia di sicurezza stradale;
- opportunità di utilizzo di nuovi materiali, tecniche/metodologie per il miglioramento della sicurezza della circolazione;
- ecc.

Gli interventi di manutenzione straordinaria possono essere suddivisi in:

adeguamento funzionale localizzato

- rifacimento dello strato d’usura con caratteristiche migliori di quelle originarie (es. drenante);
- rifacimento di parte o di tutta la sovrastruttura stradale con caratteristiche superiori



1. Obiettivi di un piano di riqualificazione funzionale di una rete viaria

- e/o nuove tecniche esecutive (es. riciclaggio in sito) per far fronte a mutate caratteristiche di traffico che pregiudicano la struttura originaria;
- adeguamento della rete di smaltimento delle acque, ivi compresi eventuali impianti di trattamento esistenti, in base a mutate esigenze idrogeologiche e comunque entro i limiti della proprietà;
- ripristino e recupero di parti strutturali delle opere d’arte esistenti;
- correzione della distanza di visibilità in curva;
- inserimento di curve di transito, senza variazioni della poligonale d’asse;
- ecc.;
- adeguamento alle norme*:

- sostituzione delle barriere di protezione con barriere adeguate alle norme vigenti;
- nuovo impianto di segnaletica verticale/orizzontale effettuato sulla base di un nuovo piano di segnalamento;
- allargamento della carreggiata entro i limiti della proprietà dell’Ente gestore per raggiungere le dimensioni previste da nuove norme tecniche;
- adeguamento delle caratteristiche geometriche e di progetto delle aree incidenti sulla strada;
- ecc.

Si osserva che anche la manutenzione straordinaria può essere correttiva o preventiva: la diversa incidenza delle politiche manutentive dipende dalla capacità dell’Ente gestore di conoscere il proprio patrimonio stradale e di sviluppare analisi adeguate al fine di stabilire strategie di intervento che prevengano il degrado ed il decadimento delle caratteristiche funzionali (manutenzione preventiva) piuttosto che inseguire l’emergenza delle azioni di ripristino (manutenzione correttiva).

Ne consegue pertanto che, ove si vogliano migliorare le condizioni di sicurezza della circolazione in una strada esistente, e/o adeguare una rete viaria esistente a finalità proprie della protezione civile si dovranno realizzare, quantomeno, interventi di manutenzione straordinaria. Il riferimento degli interventi è alla normativa vigente al momento della progettazione dell’intervento manutentivo.

3.1.2. La prossima redazione ed emanazione delle norme sugli interventi di adeguamento delle strade esistenti scaturisce sia dalla difficoltà di applicare il D.M. 5.11.2001 alle strade esistenti sia dalle conseguenze derivanti dalle disomogeneità caratterizzanti la nostra rete stradale. Tale peculiarità nazionale si riflette direttamente nella difficoltà di dover tradurre il termine *adeguamento*, o di trovare il corrispettivo estero. Negli Stati Uniti, a titolo d’esempio, ci si riferisce ai progetti finalizzati a un miglioramento delle caratteristiche di una strada, *highway improvement projects*: alcuni di questi progetti devono essere redatti in conformità a quanto prescritto dalle norme degli Stati Federali, altri non devono seguire questa procedura. I progetti suddetti possono essere distinti in differenti categorie, e in tal caso si parla di progetti di nuove costruzioni o ricostruzioni (qualora l’intervento miri alla costruzione di una strada, allo spostamento di una strada esistente secondo un nuovo allineamento, all’allargamento di una sezione o a sostanziali modifiche finalizzate al miglioramento della sicurezza) . Ancora, sono classificati come progetti 3R (*Resurfacing, Restoration, Rehabilitation*) tutti quelli che hanno l’obiettivo principale di preservare ed estendere il livello di servizio di una strada, nonché di aumentarne la sicurezza. Sotto la categoria di progetti 3R rientrano lavori di rifacimento della pavimentazione, di contenuti allargamenti di corsie e banchine, di miglioramento della sicurezza della circolazione mediante interventi localizzati o riguardanti le intersezioni, piccoli cambiamenti delle pendenze longitudinali e dei raggi delle curve planimetriche ed altimetriche, nonché ancora lavori di riparazione di opere d’arte e rimozione di ostacoli alla visibilità. Per quanto inteso, i progetti 3R sembrano rientrare nella categoria dei lavori di manutenzione straordinaria. Ultima categoria dei lavori di miglioramento sono infine quelli di manutenzione, *maintenance*, i quali consistono in tutte le azioni necessarie per preservare in buone condizioni la strada stessa: si tratta di lavori di rimozione di detriti dalla carreggiata, pulizia di drenaggi, rimozione della neve ecc. Tali lavori possono in sostanza essere in qualche modo assimilabili ad attività di esercizio, al limite, di manutenzione ordinaria. Si ritiene allora che gli interventi di adeguamento, ottenuti mediante realizzazione e/o completamenti di nuove opere e/o di reti elementari, corrispondano, prevalentemente, agli obiettivi di:



2. Interventi di manutenzione ordinaria

- risolvere criticità particolari e/o localizzate, al fine di ottenere un miglioramento delle condizioni di deflusso, corrispondentemente alla mutata entità e composizione della corrente veicolare, e di accessibilità territoriale;
 - realizzare un sistema integrato e intermodale, assicurando le connessioni tra i differenti modi di trasporto;
 - concorrere a determinare un differente assetto territoriale.
- Obiettivi, che rientrano tra quelli precedentemente richiamati, riguardano il miglioramento delle prestazioni in termini di:
- qualità della circolazione;
 - sicurezza intrinseca dell'infrastruttura;
 - qualità ambientale

nel rispetto dei vincoli e delle particolari situazioni locali preesistenti.

La definizione degli obiettivi prestazionali, riferiti alla qualità della circolazione, consiste nell'effettuazione di alcune scelte in merito, in particolare, ai seguenti parametri:

- qualità del servizio offerto dalla strada a seguito dei lavori di adeguamento;
- frequenza annuale accettata di situazioni operative durante le quali la qualità del servizio offerto risulti inferiore a quella prevista.

Per la definizione dei suddetti parametri, nella generalità dei casi, si dovrà far riferimento ai valori indicati per le strade di nuova costruzione della classe analoga a quella attesa per l'infrastruttura in esame dopo l'intervento di adeguamento.

La definizione degli obiettivi prestazionali relativi alla sicurezza della circolazione consiste nell'effettuazione di scelte in merito ai valori limite del numero di incidenti per unità di traffico e di lunghezza, riferiti solo ad incidenti con morti o feriti e basati sulle caratteristiche di incidentalità attuali della strada oggetto di intervento. In mancanza di valori affidabili dell'incidentalità media e di opportuni livelli critici cui riferirsi per l'individuazione dei valori limite, si può assumere come obiettivo una riduzione dell'incidentalità pari almeno al 15% del valore medio stimato sulla strada oggetto di studio. In proposito, si ritiene che la data ultima indicata dal D.L. 15.3.2011, n. 35 «Attuazione della Direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture» debba essere opportunamente anticipata. La valutazione di impatto sulla sicurezza stradale (VISS), contenente l'analisi dell'impatto di una nuova strada e di una modifica sostanziale delle rete esistente, anche derivante da interventi di adeguamento, che comportino modifiche di tracciato, sul livello di sicurezza della rete stradale, dovrà infatti riguardare anche le strade appartenenti alla rete di interesse nazionale, nonché quelle delle Regioni e delle province autonome. Spesso infatti questa rete viaria extraurbana ordinaria, a causa delle caratteristiche geometriche e di progetto inadeguate, e della numerosità di intersezioni a raso, spesso non correttamente localizzate e disegnate, è teatro di incidenti gravi anche in presenza di volumi di traffico sensibilmente inferiori a quelli che interessano la rete autostradale e la stessa rete di interesse nazionale. La definizione degli obiettivi prestazionali riferiti alla qualità dell'ambiente riguarda sostanzialmente la scelta dei valori limite de:

- livelli di immissione di rumore nell'ambiente circostante;
- concentrazione di inquinanti nell'aria, in considerazione della relazione diretta fra la concentrazione degli inquinanti ed il flusso veicolare;
- concentrazione di inquinanti immessi nei suoli e nelle acque.

La progettazione degli interventi di adeguamento della rete nel suo insieme e l'adozione di opportuni provvedimenti per l'esercizio della rete dovranno essere tesi a mantenere i flussi sugli archi entro i limiti della loro capacità ambientale.

Nella definizione degli obiettivi di progettazione ed anche di quelli di eventuali interventi di adeguamento, un quadro di oggettive priorità dovrà tener conto:

- del ruolo attribuito a ciascun itinerario nel contesto della rete e della sue efficienza, sotto il profilo del servizio reso, della sicurezza d'esercizio e delle criticità ambientali che lo caratterizzano;
- della tipologia degli interventi di adeguamento necessari, al fine di valutare i programmi nel loro complesso, gestendo quindi azioni organiche che possano consentire

significative economie di scala nel rispetto di omogenei standard prestazionali;

- della dinamica dei processi in atto, dai quali dipendono le leggi di obsolescenza funzionale, per individuare l'orizzonte temporale d'intervento che garantisca il contenimento dei costi tramite il recupero delle infrastrutture esistenti.

Per quanto considerato più sopra si ritiene che gli interventi prioritari possano essere, quantomeno, di manutenzione ordinaria e straordinaria, per il mantenimento ed il miglioramento delle condizioni di sicurezza della circolazione, per l'adeguamento dei livelli di servizio e per assicurare che una rete viaria esistente garantisca le comunicazioni, così da corrispondere anche a finalità proprie della protezione civile.

Relativamente ad essi, la priorità tra i differenti tronchi stradali dipenderà dai criteri predetti; sempre da questi dipenderà l'ordine di priorità relativamente agli interventi di completamento e/o di nuove realizzazioni di singoli tratti stradali e/o di reti elementari, quando si intendano perseguire prevalentemente obiettivi di riorganizzazione territoriale e/o di costruire un sistema integrato ed intermodale, che realizzi le interconnessioni e le complementarietà funzionali tra i differenti modi/infrastrutture di trasporto. In proposito, sembra opportuno introdurre, nella definizione degli obiettivi, una riflessione sul territorio e sulle sue forme di organizzazione, in particolar modo per quanto riguarda i «sistemi urbani minori». Un sistema urbano è definito da un complesso di comunità e di centri tra loro interagenti, caratterizzato da una serie di relazioni individuate nello spazio e nel tempo; comuni sono i fenomeni di gravitazione, perlopiù indirizzati verso le polarità forti, che contraddistinguono i centri del sistema. Ipotizzando di poter individuare tali sistemi in base a diversi fattori, tra i quali il numero e la qualità dei servizi, le dinamiche produttive e demografiche, nonché i fenomeni di mobilità, si constatarebbe una differenza sostanziale esistente tra sistemi urbani forti e sistemi urbani deboli o minori. Questi ultimi possono essere definiti in base a ulteriori fattori specifici, quali la presenza di un forte spopolamento ed invecchiamento della popolazione, la mancanza di occasioni di lavoro, la diminuzione e la perdita di qualità nei servizi di uso collettivo. L'obiettivo, quando si va ad operare all'interno di tali contesti, può e deve diventare il riequilibrio territoriale degli stessi, attraverso il mantenimento della popolazione residente, preziosa risorsa ambientale ed economica del territorio, e la realizzazione di un sistema di servizi puntuali di uso collettivo, realizzato da centri di servizio di diverse dimensioni collegati tra loro e con gli insediamenti che servono. La riqualificazione di una rete viaria non dovrebbe allora semplicemente limitarsi a rimuovere le criticità sugli assi percorsi dal traffico, ma eventualmente favorire il consolidamento del sistema dei centri di servizio, a maggior ragione in territori nei quali tali sistemi risultano deboli e a rischio. Questa rete viaria va individuata in quanto costituita soprattutto dalla viabilità ordinaria extraurbana: occorre pertanto porre l'attenzione sull'importanza di questo tipo di viabilità che va recuperato nella funzione di elevare/garantire la funzionalità dei corridoi di superiore livello territoriale. Il suo adeguamento va progettato secondo una cultura preventiva, capace di gestire le reti viarie così che ne sia sempre garantito il funzionamento, sia pure con una riduzione dei livelli di servizio - sempre comunque di flusso stabile, in presenza di avverse condizioni meteorologiche, di traffico e/o in presenza di interventi di manutenzione.

Per una maggiore esplicitazione di quanto più sopra affermato, in merito alla definizione di criteri di priorità, sembra di poter argomentare che le indicazioni normative, che articolano la progettazione secondo tre livelli di successivi approfondimenti tecnici, debbano essere ripensate nel senso che appare limitativo ridurre la gestione di una strada al solo asse. Se la gestione di una rete infrastrutturale, comprensiva delle attività di pianificazione, progettazione, manutenzione ed adeguamento, è parte importante di un progetto di ristrutturazione/riorganizzazione di un dato territorio, per il miglioramento delle condizioni di accessibilità, oltre che per conferire alle stesse strade caratteristiche di sicurezza intrinseca, è opportuno intendere la gestione estesa dal singolo itinerario a quegli elementi della rete che assicurano l'interconnessione con gli altri itinerari viari che completano il sistema al servizio della regione attraversata. Pertanto, appare opportuno che il progetto preliminare derivi da uno studio di fattibilità

che consideri la rete viaria della quale il corridoio è parte: esso e le connessioni al territorio, fondamentali, tanto quanto il corridoio principale, per rimuovere le condizioni di carente accessibilità. Lo studio di fattibilità deve prioritariamente individuare le caratteristiche geometriche e di progetto dell'itinerario principale e di quelli di raccordo, deve localizzare le intersezioni e sceglierne il tipo. La rete suddetta deve essere intesa come un *unicum*, sia pure differenziato nelle posizioni gerarchiche, nelle funzioni e quindi nei differenti tipi di strada. Tutte le ipotesi alternative individuate, intese costituite da un corridoio principale, dai rami di connessione con altri, e dagli archi di supporto, al servizio di un dato territorio, vanno confrontate, valutando, per ognuna di esse, i differenti obiettivi considerati ed il loro grado di realizzazione. All'interno della rete così definita dovranno essere stimate le differenti priorità dei rami principali e secondari che la costituiscono. Pertanto, in sintesi, il concetto di degrado e quindi gli interventi di recupero, di adeguamento e di potenziamento, vanno riferiti, preliminarmente, al contesto territoriale ed alla rete viaria di servizio, così da assicurare condizioni infrastrutturali finalizzate al recupero di territori attualmente penalizzati, e perciò marginali.

3.1.3. Gli interventi di adeguamento funzionale possono riguardare tutti gli elementi che compongono l'infrastruttura o parte di essi. Le principali strategie di adeguamento possono essere definite di:

- *potenziamento funzionale*, riguardano gli interventi necessari per adeguare l'infrastruttura ad un aumento della domanda di trasporto ed alle variare caratteristiche della corrente veicolare. Pertanto sono gli interventi che apportano modifiche alle caratteristiche geometriche e di progetto degli elementi stradali, così da ottenere prioritariamente un miglioramento del livello di servizio e una modifica della classificazione funzionale della strada;
- *miglioramento del livello di sicurezza intrinseca dell'infrastruttura*, riguardano gli interventi necessari a ridurre la frequenza e la gravità degli incidenti. Oltre agli interventi già indicati, sono quelli che agiscono su altri elementi compositivi dell'infrastruttura, finalizzati ad ottenere la risoluzione di particolari situazioni di criticità ed una modifica delle condizioni di utilizzo della strada;
- *risanamento ambientale*, riguardano gli interventi necessari a migliorare la qualità dell'ambiente nelle aree attraversate dall'infrastruttura. Sono gli interventi finalizzati a ottenere una riduzione dell'inquinamento acustico, un miglioramento della qualità dell'aria, la salvaguardia dei suoli e delle acque.

In tal caso gli interventi di riqualificazione funzionale del patrimonio infrastrutturale esistente potranno comprendere l'adeguamento delle caratteristiche geometriche e di progetto di tracciati esistenti, anche con importanti varianti di tracciato. Per quanto riguarda le opere d'arte, si ritiene che si possa rimanere nel campo degli interventi di manutenzione straordinaria quando non sia necessario adeguare la struttura a mutate condizioni di sollecitazione. Un caso particolare riguarda la trasformazione di una strada esistente, perché essa corrisponda pienamente alle mutate esigenze della domanda di trasporto, e quindi:

- l'adeguamento strutturale delle opere d'arte;
- l'adozione di un differente tipo e categoria di strada.

Questi interventi, se pure indirizzati all'adeguamento normativo, modificano significativamente e/o radicalmente le caratteristiche funzionali e di sicurezza della strada e quindi sembra più corretto considerarli quali nuova costruzione. La progettazione degli interventi di adeguamento funzionale segue la stessa procedura prevista per le strade di nuova costruzione. Nella progettazione preliminare, in particolare, vengono attuate le scelte funzionali dell'intervento di adeguamento, anche in relazione al contesto della rete di appartenenza del tratto stradale in oggetto. Deve essere valutato il grado di uniformità delle soluzioni progettuali previste con le caratteristiche dei tratti stradali adiacenti ai quali l'infrastruttura è funzionalmente collegata. In presenza di situazioni di disomogeneità, il progetto dell'intervento di adeguamento dovrà comprendere anche la definizione funzionale dei tratti di transizione con i tratti non ancora adeguati e definire i provvedimenti progettuali da adottare per le suddette transizioni. In tale fase

deve ovviamente essere verificata la congruenza tra le previsioni progettuali e tutti gli strumenti di pianificazione vigenti. Ciascuna strategia di adeguamento viene attuata mediante una serie di interventi, classificabili in due tipologie:

- strutturali, se agiscono sulla realtà fisica dell'infrastruttura, determinando una modifica delle caratteristiche di progetto della linea d'asse, della composizione della sezione trasversale e delle intersezioni;
- gestionali, se agiscono sulle modalità d'uso dell'infrastruttura, mediante la definizione di specifici criteri di gestione e controllo della circolazione, la modifica delle attrezzature, degli impianti a servizio della circolazione, dei margini della piattaforma, nonché mediante la predisposizione di idonei piani di sicurezza per la gestione delle emergenze.

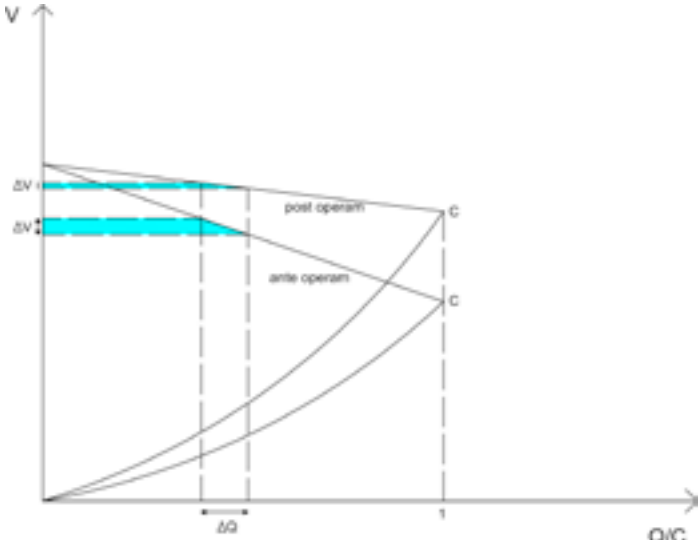
Nella fase di progettazione preliminare saranno individuate alternative progettuali, ciascuna composta da un bilanciato insieme di interventi strutturali e gestionali che, nel loro insieme, contribuiscano all'attuazione della strategia di adeguamento definita in fase di pianificazione.

Gli interventi strutturali apportano modifiche alle caratteristiche geometriche e di progetto degli elementi stradali e consentono di attuare la strategia di potenziamento funzionale dell'infrastruttura. Tali interventi tendono a conferire alla rete stradale esistente gli standard geometrici e funzionali previsti per le strade di nuova costruzione. Nella fase di progettazione preliminare viene individuata l'alternativa progettuale migliore in relazione agli obiettivi prestazionali che si desidera conseguire, includendo anche il miglioramento della sicurezza e della qualità dell'ambiente. L'alternativa progettuale scelta sarà composta da una serie di interventi strutturali, che potranno essere di tipo localizzato o generalizzato e che potranno interessare i seguenti aspetti:

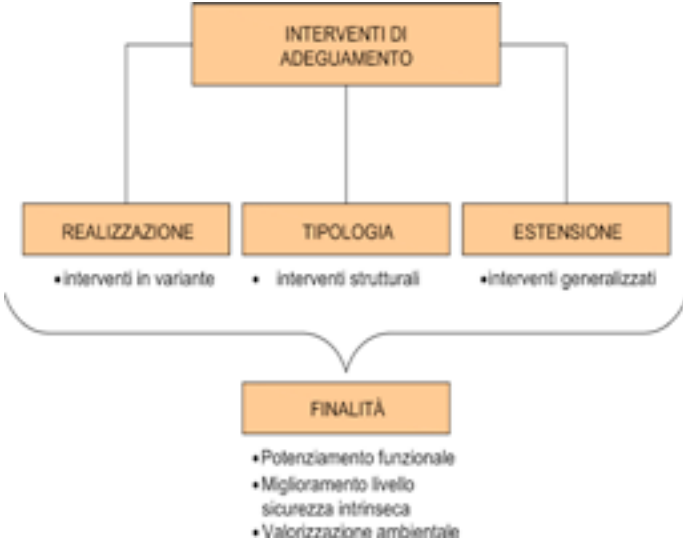
- riorganizzazione della piattaforma stradale, con modifica della composizione della sezione tipo (inserimento di corsie aggiuntive, strade di servizio, piste ciclabili, percorsi pedonali, corsie di manovra ecc.) o della dimensione trasversale dei suoi elementi componenti (larghezza delle corsie o dei margini esterni o laterali) ovvero l'introduzione di elementi di arredo funzionale (dispositivi di *traffic calming*) che modificano la geometria dell'asse e/o la sezione tipo, nonché altri provvedimenti che intervengono sulla struttura della strada e facenti parte di un progetto complessivo e coordinato, mirato a conseguire determinati obiettivi prestazionali in termini di qualità della circolazione, di sicurezza e di qualità ambientale. Questo tipo di intervento, che può comportare lievi modifiche del tracciato esistente (correzione di alcuni elementi piano-altimetrici), ma che viene realizzato prevalentemente sul sedime stradale esistente, prende il nome di adeguamento in sede;
- modifica dell'andamento plano-altimetrico del tracciato d'asse e della sezione trasversale dell'infrastruttura per adeguarla alla futura domanda di trasporto e renderla congruente con i principi di leggibilità, intelligibilità e rispondenza alle aspettative dell'utenza che sono alla base della moderna progettazione stradale; questo tipo di intervento corrisponde alla realizzazione di una vera e propria variante del tracciato esistente;
- adeguamento delle intersezioni, che ricadono all'interno del tronco stradale, alle caratteristiche proprie della classe funzionale di appartenenza, mediante la gerarchizzazione e la riorganizzazione di alcune o di tutte le manovre consentite e degli spazi stradali a queste dedicate, con riferimento a tutte le categorie di traffico ammesse. Gli interventi di adeguamento di tipo gestionale tendono a conseguire una modifica del modo d'uso dell'infrastruttura esistente, in modo da renderlo congruente con le sue caratteristiche fisiche, eventualmente migliorate parzialmente mediante interventi di tipo strutturale, nonché con le caratteristiche dell'ambiente naturale attraversato dall'infrastruttura, e con la tipologia d'utenza ammessa a utilizzarla. Gli interventi di tipo gestionale potranno essere di tipo generalizzato o localizzato e potranno operare su uno o più elementi principali riportati qui di seguito:
- modifica delle funzioni svolte dalla strada e dalle sue intersezioni, in modo da renderle il più possibile omogenee tra di loro e scoraggiando quelle che risultano più conflittuali con la classe funzionale attesa per l'infrastruttura;



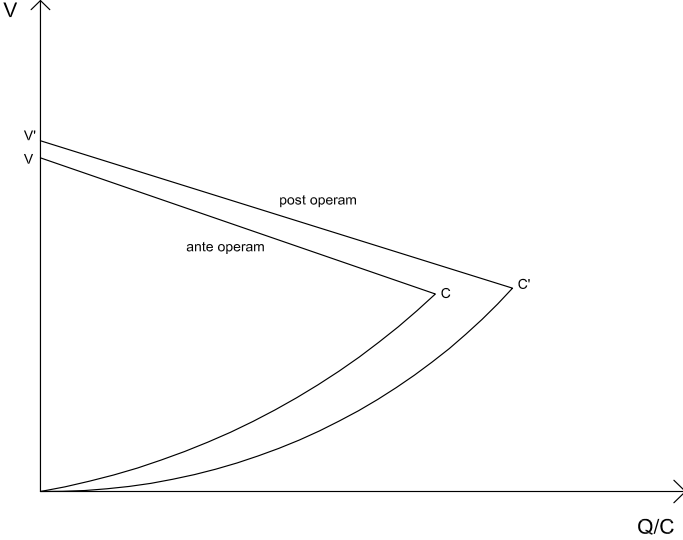
3. Interventi di manutenzione straordinaria



4. Diagramma di flusso dopo interventi di manutenzione straordinaria



5. Interventi di adeguamento



6. Diagramma di flusso di adeguamento

- limitazione delle componenti di traffico ammesse, individuando le utenze che si intende privilegiare e quelle che si intende scoraggiare. La creazione di zone a traffico limitato, in modo da inibire l'accesso ad alcune tipologie di veicoli alle aree dove si desidera privilegiare gli utenti deboli o costituite da ricettori sensibili, dirottandoli su strade a percorrenza più elevata o quantomeno lontane da zone fortemente antropizzate, costituiscono un esempio di questo tipo di provvedimenti. Tali tipi di provvedimenti risultano particolarmente efficaci per mantenere entro limiti di tollerabilità l'inquinamento atmosferico prodotto dall'emissione di sostanze inquinanti;
- miglioramento degli impianti tecnologici funzionali alla circolazione stradale;
- introduzione di sistemi di moderazione del traffico per la gestione delle velocità; in tal modo si tende a scoraggiare i comportamenti a rischio e a ridurre sia le emissioni di rumore che di inquinanti nell'aria;
- opere per il miglioramento dell'inserimento ambientale dell'infrastruttura;
- miglioramento della segnaletica, delle attrezzature e delle opere complementari;
- sviluppo di piani e campagne di sensibilizzazione e informazione all'utenza, finalizzati ad aumentare la consapevolezza dell'utenza sulla necessità di adottare comportamenti coerenti con le caratteristiche dell'infrastruttura;
- interventi di tipo attivo/passivo per la riduzione dell'inquinamento acustico, che cercano di limitare la trasmissione e il fenomeno di propagazione del rumore veicolare. Essi si basano su sistemi che consentono di assorbire parte dell'energia sonora emessa dai veicoli e possono attuarsi mediante interventi di pianificazione urbanistica o l'installazione di barriere antirumore.

4. Conclusioni

La gestione di un patrimonio viario esistente deve corrispondere ad una precisa classificazione della rete viaria, funzione di una strategia di riordino, di riorganizzazione e di progettazione del sistema territoriale e dei trasporti. L'attribuzione di funzioni, e quindi di caratteristiche geometriche e di progetto, deve essere il risultato di una verifica compiuta mediante una valutazione ambientale strategica.

La VAS si propone il duplice obiettivo di garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente negli atti di programmazione e di pianificazione delle trasformazioni del territorio e di contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione e dell'adozione di piani e programmi al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile. La VAS così costituisce una simulazione e una previsione di quello che accadrebbe all'ambiente coinvolto, una volta attuate tutte le prefigurazioni di trasformazione del territorio previste dal piano e dal programma. Essa ha, infatti, la finalità principale di mettere in evidenza la compatibilità degli obiettivi e delle strategie operative di un piano o di un programma con gli obiettivi e gli standard di mantenimento e valorizzazione della qualità ambientale complessiva del territorio interessato dalla pianificazione e dalla programmazione previste, relativamente a quelli che possono essere i livelli di sensibilità e di vulnerabilità precedentemente individuati.

Gli interventi della complessiva riqualificazione funzionale di una rete viaria esistente non possono non essere definiti anche mediante studi di impatto ambientale. Le legislazioni di riferimento degli studi di impatto ambientale e della stessa procedura di valutazione ambientale stabiliscono le categorie di opere che devono essere sottoposte alla suddetta procedura. Al giudizio di compatibilità sono altresì soggetti:

- gli interventi su opere già esistenti, non rientranti nelle categorie previste, qualora da tali interventi derivi un'opera che rientra nelle categorie stesse;
- gli interventi su opere già esistenti, rientranti nelle categorie previste, qualora da tali interventi derivi un'opera con caratteristiche sostanzialmente diverse dalla precedente, con esclusione dei ripristini e delle terze corsie autostradali aggiuntive, che siano richieste da esigenze relative alla sicurezza del traffico ed al mantenimento del livello di servizio. Il secondo caso si rileva qualora l'adeguamento di strade a carreggiate separate, resosi necessario per produrre significativi aumenti dei livelli di servizio, a fronte di un incremento della domanda di trasporto, richieda una modifica delle caratteristiche geometriche, una maggiore velocità di progetto e quindi una variazione delle caratteristiche progettuali del tracciato, o ancora la realizzazione di nuovi svincoli che possano cambiare in modo significativo il sistema di circolazione sulla viabilità connessa all'infrastruttura principale. Per quanto più sopra richiamato si rende necessario che, in sede di progetto preliminare, venga eseguita la valutazione di impatto sulla sicurezza stradale (VISS). Al di là di quelli che sono gli obblighi dettati dai decreti legislativi, un'infrastruttura viaria, indipendentemente dalla tipologia alla quale appartiene, costituisce sempre un elemento nuovo che viene inserito in un contesto ambientale caratterizzato da un proprio equilibrio naturale.

Sta dunque alla sensibilità dell'Ente territoriale, dell'Amministrazione competente, dello stesso progettista e alle sue capacità tecniche curare la gestione del patrimonio viario secondo criteri di compatibilità e di sostenibilità ambientale, anche se gran parte di esso non rientra in una delle categorie per le quali è prevista la procedura di valutazione di impatto ambientale. Infine, l'adeguamento del patrimonio infrastrutturale esistente può essere ottenuto anche con differenti interventi di manutenzione. In proposito, si ritiene che le nuove Norme per gli interventi di adeguamento debbano contenere precisazioni concettuali degli interventi manutentivi, che riguardino finalmente la complessiva infrastruttura viaria. In tal senso si è inteso contribuire con il presente lavoro di significato soprattutto integrativo della normativa vigente. •

Riferimenti bibliografici

1. AA.VV., *Problematiche costruttive e manutentorie delle infrastrutture viarie*, Collana di Ingegneria delle Infrastrutture Viarie, Studi e Ricerche (Responsabile scientifico: Carlo Benedetto, Curatore: Maria Rosaria De Blasiis), Suppl. n. 2, IPS, Roma 1996.
2. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale, «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade», 5 novembre 2001, Supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* n. 3, 4 gennaio 2002.
3. F. Annunziata, M. Coni, F. Maltinti, F. Pinna, S. Portas, *Progettazione stradale integrata*, Zanichelli, Bologna, 2004.
4. «Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti», Commissione per la predisposizione di nuove norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti, bozza 20 marzo 2006.
5. R. Porru, F. Maltinti, F. Annunziata, «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade», *La normativa delle progettazione stradale*, strumenti didattici n. 15, Parte prima, Cucc, 2006.
6. D. Melis, F. Maltinti, E. Cecere, F. Annunziata, «Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti: alcune riflessioni», *La normativa delle progettazione stradale*, strumenti didattici n. 15, Parte seconda, Cucc, 2006.
7. F. Annunziata, E. Cecere, M. Coni, F. Maltinti, F. Pinna, S. Portas, *Progettazione stradale. Dalla ricerca al disegno delle strade*, Flaccovio, Palermo 2007.
8. G. Gatti, C. Polidori, E. Cavuoti, *Manuale di sicurezza per le strade secondarie: dai risultati della ricerca europea una guida pratica per gli interventi di sicurezza stradale per le strade regionali, provinciali e locali*, Adda, Bari 2008.
9. F. Annunziata, B. Bianchini, T. Caraffa, F. Maltinti, G. Montanino, V. Trevissone, P. Zoppoli, «Sistemi di gestione del patrimonio stradale», «Metodologie e criteri per la gestione del patrimonio stradale», Quaderno CT D.1, Parte Prima, Quadriennio 2008-11. Tema Strategico TCD «Qualità delle infrastrutture stradali», Comitato Tecnico D.1, «Gestione del patrimonio stradale», Associazione Mondiale della Strada, AIPCR, Comitato Nazionale Italiano, XXVI Convegno Nazionale Stradale AIPCR (Roma, 27-30 ottobre 2010), pp. 9-33.
10. F. Annunziata, «Il progetto preliminare di un'infrastruttura viaria in rapporto alle criticità ambientali», *Strade&Autostrade*, n. 86, Anno XV/n. 2, marzo-aprile 2011, pp. 186-192. ISSN 1723-2155.
11. F. Annunziata, C. Piras, «Adeguamento del patrimonio stradale esistente: riflessioni», *TEKNECO, Trimestrale di edilizia e architettura sostenibili, energie rinnovabili e innovazioni applicate all'ambiente*, n. 4, 2011, ISSN 2038-9302.
12. F. Annunziata, F. Pilia, «Riqualificazione funzionale delle strade esistenti», *Le Strade*, n. 1474, Anno CXIV, n. 1-2, gennaio-febbraio 2012, pp. 60-65, ISSN 0373-2916.
13. F. Annunziata, F. Maltinti, *The goals of road system management*, Società Italiana Infrastrutture Viarie, Proceedings of the V International Congress Sustainability of Road Infrastructures, Session Infrastructures & Environment, Roma, 2012, ISBN 78-88-902409.
14. F. Annunziata, «La riqualificazione territoriale e funzionale ed il conseguente adeguamento del sistema infrastrutturale esistente», *Strade & Autostrade*, n. 96, XVI, n. 6, novembre-dicembre 2012, ISSN 1723-2155.



L'Uomo torna al centro di tutto.



MESSANA
air·ray conditioning

Sistema di climatizzazione a soffitto radiante Messana air · ray conditioning

Il benessere si misura nella quotidianità e nei propri spazi. E meglio è se questi spazi sono ampi e puliti, perché solo così il confort può irraggiarsi libero e pervadere il nostro corpo, così a casa come in ufficio.

Messana air · ray conditioning, il sistema di climatizzazione radiante, è la soluzione tecnologico-architettonica che riporta l'uomo al centro di tutto e crea vero confort.

Scopri le potenzialità della

**architettura
radiante**

su www.architetturaradiante.it

Certificazione energetica e fonti rinnovabili per i nuovi edifici in Veneto



con la collaborazione del Comune di Padova

La legislazione in materia di risparmio energetico degli edifici in Veneto è quella nazionale e in particolare: la Legge 10/91 e s.m.i., il D.Lgs 192/05 e s.m.i., il D.Lgs 115/08, il DPR 59/09, il D. Min. Sviluppo economico 26.06.09, il D.Lgs 28/11.

A differenza di altre norme tecniche la cui applicazione è volontaria per il calcolo dei consumi energetici dei nuovi edifici non è consentito il ricorso a metodi di calcolo diversi. In sintesi nel caso di nuovi edifici si applica il seguente processo:

- il progetto deve rispettare i requisiti minimi finalizzati al contenimento dei consumi energetici come definiti dal DPR 59/09; a tal fine un tecnico abilitato sottoscrive, assumendosene la responsabilità, la relazione da depositare in comune ai sensi della legge 10/91 art. 28;
- il proprietario deve depositare in comune, con la denuncia di inizio lavori, il progetto e la relazione tecnica sempre ai sensi della L.10/91 art. 28, tuttora vigente a questo riguardo;
- il titolare del titolo abilitativo deve nominare prima dell’inizio lavori il soggetto certificatore;
- il progettista, o comunque un soggetto abilitato, deve redigere l’attestato di qualificazione energetica;
- il direttore lavori a fine lavori deve asseverare la conformità delle opere realizzate al progetto, alla relazione tecnica depositata, di cui sopra, nonché all’attestato di qualificazione; i documenti asseverati, devono essere presentati al comune di competenza insieme alla denuncia di fine lavori;
- il soggetto certificatore, che deve essere un soggetto terzo e quindi diverso tra l’altro dal direttore lavori, deve rilasciare al proprietario l’attestato di certificazione energetica e trasmetterne copia alla Regione; inoltre, ai sensi della Legge 244/07 art. 2 comma 282, l’attestato di certificazione deve essere presentato in comune per il rilascio del certificato di agibilità.

Quindi per il rilascio del certificato di agibilità occorre presentare in comune l’attestato di qualificazione energetica asseverato dal direttore lavori e l’attestato di certificazione rilasciato dal soggetto certificatore. L’attestato di certificazione viene trasmesso anche alla Regione dal soggetto certificatore. Sia l’attestato di qualificazione, sia quello di certificazione dovranno essere consegnati anche al proprietario dell’edificio.

Andrea Barutta
Luciano Benetti
Giuseppe Emmi
Michele De Carli
Michele Sanfilippo
Ilaria Seresin
Roberto Zecchin

L’attestato di qualificazione energetica

Il D.Lgs 311/06 (modifiche ed integrazioni del D.Lgs.192/05) ha introdotto l’attestato di qualificazione energetica che ha fatto le veci, fino all’entrata in vigore del DM 26 giugno 2009 (linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici), anche dell’attestato di certificazione. L’attestato di qualificazione, dopo l’uscita delle linee guida nazionali, non fa più le veci dell’attestato di certificazione energetica e rimane comunque obbligatorio per le nuove costruzioni e altri interventi edilizi, indicati all’allegato A delle Linee Guida. Ai sensi dell’art. 8 comma 2 del D.Lgs. 192/05 l’attestato di qualificazione, non quello di certificazione, deve essere asseverato dal direttore dei lavori e presentato al Comune di competenza contestualmente alla dichiarazione di fine lavori. Senza questo attestato la dichiarazione di fine lavori è nulla. L’attestato di qualificazione energetica deve essere compilato secondo lo schema riportato nell’allegato 5 delle Linee guida nazionali. Si noti che sono richieste due firme: quella del tecnico abilitato alla redazione dell’attestato e quella del direttore lavori. L’attestato di qualificazione si differenzia da quello di certificazione essenzialmente per i soggetti che lo redigono e per l’assenza di attribuzione di una classe energetica che, nell’attestato di qualificazione, viene solamente proposta.

L’attestato di certificazione energetica

La direttiva europea definisce «attestato del rendimento energetico di un edificio (o attestato di certificazione)»: un documento riconosciuto dallo Stato membro o da una persona giuridica da esso designata, in cui figura il valore risultante del calcolo del rendimento energetico di un edificio effettuato seguendo una metodologia sulla base del quadro generale descritto nell’allegato (della direttiva NdR). L’attestato di certificazione ha lo scopo di consentire ai consumatori di valutare e raffrontare il rendimento energetico dell’edificio e stimolare interventi di risparmio energetico. L’attestato di certificazione deve essere redatto secondo lo schema contenuto nelle linee guida nazionali riportato in figura 2. L’attestato di certificazione contiene le stesse informazioni di quello di qualificazione ma è redatto e sottoscritto da un soggetto terzo.

3.1 Informazioni principali attestato di certificazione energetica

Le informazioni principali che oggi devono essere riportate sono le seguenti:

1. La classe energetica globale;
2. La prestazione energetica globale o consumo energetico convenzionale per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria;
3. Le prestazioni energetiche parziali per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria;
4. La qualità dell’involucro per il raffrescamento estivo;
- 5 L’energia da fonti rinnovabili;
6. Interventi per migliorare l’efficienza energetica.

3.2 Prestazione energetica o consumo energetico convenzionale

Il D.Lgs 192/05 definisce la prestazione energetica di un edificio come la quantità annua di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell’edificio, compresi, la

climatizzazione invernale e estiva, la preparazione dell’acqua calda per usi igienici sanitari, la ventilazione e l’illuminazione ...

La prestazione energetica globale riportata negli attestati rappresenta il consumo energetico convenzionale per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria. È un consumo convenzionale in quanto calcolato con riferimento a condizioni climatiche e modalità d’uso standard. Gli indicatori utilizzati come riferimento sono gli indici di prestazione energetica (parziali e globale) che rappresentano il consumo in chilowattora per metro quadrato di superficie utile per gli edifici residenziali e in chilowattora per metro cubo per gli altri edifici. Sono definiti i seguenti indici:

- Epi per la climatizzazione invernale,
- Epe per la climatizzazione estiva;
- Epacs per la produzione di acqua calda sanitaria;
- Epiil per l’illuminazione artificiale;
- Epgl prestazione energetica globale.

Il calcolo dei consumi convenzionali deve essere seguito con la metodologia delle UNI/TS 11300. Oltre che dalle scelte progettuali il consumo convenzionale dipende significativamente dall’uso standard di riferimento.

L’uso standard comprende, tra l’altro:

- la durata annuale di funzionamento degli impianti di climatizzazione invernale ed estiva;
- il valore della temperatura degli ambienti interni (in inverno e in estate) nell’arco delle 24 ore e per tutta la durata della stagione di funzionamento degli impianti;
- la portata d’aria esterna per la ventilazione degli ambienti;
- gli apporti interni (illuminazione artificiale, elettrodomestici, fornelli ecc.);
- le condizioni d’uso di eventuali edifici adiacenti e dotati di impianti, con i quali l’edificio in esame può scambiare energia termica (es. case a schiera);
- il fabbisogno di acqua calda sanitaria.

3.3 Classificazione energetica degli edifici

La classe energetica è il dato più in evidenza negli attestati di qualificazione e di certificazione energetica. Essa esprime il livello qualitativo dell’edificio per quanto riguarda i consumi per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria. Sono definite otto classi di riferimento: A+, A, B, C, D, E, F e G. I consumi convenzionali che delimitano le varie classi dipendono anche dal rapporto S/V, dove S è la superficie che delimita verso l’esterno (ovvero verso ambienti non riscaldati) il volume riscaldato; V è il volume lordo degli ambienti riscaldati.La figura 1 riporta i consumi energetici rappresentativi in metri cubi di metano, considerando un’unità residenziale di 100 m² con rapporto di forma S/V 0,5 (esempio di un appartamento all’ultimo piano con due pareti verso l’esterno) a Padova e a Belluno. Il consumo come già detto è relativo alla climatizzazione invernale e alla produzione di acqua calda sanitaria e rappresenta l’energia primaria richiesta dall’impianto.

3.4 La qualità dell’involucro per il raffrescamento Negli attestati è richiesta anche la prestazione energetica o meglio il consumo energetico convenzionale per la climatizzazione estiva. Ad oggi però è previsto solamente il limite per il fabbisogno dell’involucro e non l’energia primaria richiesta dall’impianto. L’energia (primaria) richiesta dall’impianto di climatizzazione estiva per mantenere le condizioni di benessere ambientali sarà oggetto

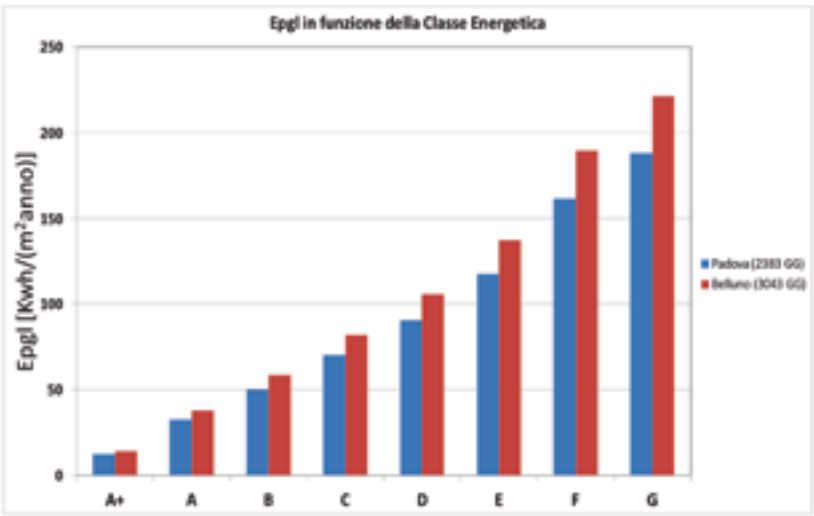


Figura 1. Consumi energetici in metri cubi di metano, considerando un’unità residenziale di 100 m2 con rapporto di forma S/V 0,5 (esempio di un appartamento all’ultimo piano con due pareti verso l’esterno) a Padova e a Belluno. Il consumo come già detto è relativo alla climatizzazione invernale e alla produzione di acqua calda sanitaria e rappresenta l’energia primaria richiesta dall’impianto

Tabella 1. Qualità della prestazione estiva per edifici residenziale

EPE, Involucro (kWh/m²·anno)	Prestazioni	Qualità prestazionale
< di 10	ottime	I
≥ di 10 e < di 20	buone	II
≥ di 20 e < di 30	medie	III
≥ di 30 e < di 40	sufficienti	IV
≥ di 40	mediocri	V

Per gli edifici diversi dal residenziale Epe involucro si misura in kWh/m³ anno

di futuri decreti/leggi come previsto dall’art. 4 del D.Lgs. 192/05. Ad ogni la metodologia di calcolo è ad oggi già definita dalla normativa tecnica di riferimento in supporto alla certificazione energetica (UNI/TS 11300-3 e 4). La qualità termica estiva dell’edificio, espressa attraverso una scala in numeri romani da I a V con qualità decrescente, si determina per gli edifici residenziali in funzione del valore del fabbisogno energetico per metro quadrato di superficie utile (Epe Involucro) secondo la tabella 1. Valutare anche la climatizzazione estiva è importante in quanto il riferimento alla sola prestazione energetica invernale può fornire valutazioni fuorvianti circa la qualità energetica dell’edificio nei casi in cui, per particolari condizioni climatiche e di caratteristiche dell’edificio, l’esposizione a carichi termici esterni quali ad esempio la radiazione solare e l’attitudine a trattenerli possono determinare condizioni gravose per la prestazione energetica in estate. Certe scelte progettuali, infatti, possono ridurre il consumo invernale ma aumentare quello estivo.

3.5 Requisiti dei soggetti abilitati alla certificazione

I requisiti del soggetto certificatore per gli edifici di nuova costruzione sono definiti dal D.Lgs 115/08 allegato 3 punto 2, di seguito riportato:

D.Lgs 115/08 Allegato III

2. Soggetti abilitati alla certificazione energetica degli edifici.

1. Sono abilitati ai fini dell’attività di certificazione energetica, e quindi riconosciuti come soggetti certificatori i tecnici abilitati, così come definiti al punto 2.
2. Si definisce tecnico abilitato un tecnico operante sia in veste di dipendente di enti ed organismi pubblici o di società di servizi pubbliche o private (comprese le società di ingegneria) che di professionista libero od associato, iscritto ai relativi ordini e collegi professionali, ed abilitato all’esercizio della professione relativa alla progettazione di edifici ed impianti, asserviti agli edifici stessi, nell’ambito delle competenze ad esso attribuite dalla legislazione vigente. Il tecnico abilitato opera quindi all’interno delle proprie competenze. Ove il tecnico non sia competente nei campi sopra citati (o nel caso che alcuni di essi esulino dal proprio ambito di competenza), egli deve operare in collaborazione con altro tecnico abilitato in modo che il gruppo costituito copra tutti gli ambiti professionali su cui è richiesta la competenza. Ai soli fini della certificazione energetica, sono tecnici abilitati anche i soggetti in possesso di titoli di studio tecnico scientifici, individuati in ambito territoriale da regioni e province autonome, e abilitati dalle predette amministrazioni a seguito di specifici corsi di formazione per la certificazione energetica degli edifici con superamento di esami finale. I predetti corsi ed esami sono svolti direttamente da regioni e province autonome o autorizzati



Figura 2. Estratto dello schema di attestato di certificazione energetica secondo la Regione Veneto

dalle stesse amministrazioni.

3. Ai fini di assicurare indipendenza e imparzialità di giudizio dei soggetti certificatori di cui al punto 1, i tecnici abilitati, all'atto di sottoscrizione dell'attestato di certificazione energetica, dichiarano:

- a) nel caso di certificazione di edifici di nuova costruzione, l'assenza di conflitto di interessi, tra l'altro espressa attraverso il non coinvolgimento diretto o indiretto nel processo di progettazione e realizzazione dell'edificio da certificare o con i produttori dei materiali e dei componenti in esso incorporati, nonché rispetto ai vantaggi che possano derivarne al richiedente;
- b) nel caso di certificazione di edifici esistenti, l'assenza di conflitto di interessi, ovvero di non coinvolgimento diretto o indiretto con i produttori dei materiali e dei componenti in esso incorporati, nonché rispetto ai vantaggi che possano derivarne al richiedente.

Sanzioni

L'art. 15 del D.Lgs. 192/05 e s.m.i. pone delle sanzioni in capo ai diversi professionisti interessati nel processo di progettazione, controllo dell'esecuzione e collaudo dell'edificio: progettista, direttore lavori e soggetto certificatore. Di seguito sono sintetizzate le sanzioni relative agli attestati di cui sopra. Come si può notare è vietato rilasciare attestati di certificazione con i consumi energetici calcolati con metodi diversi dalle UNI 11300 ma anche utilizzare schemi di attestato diverse da quello previsto dalle linee guida nazionali riportate nel DM 26.06.09.

- Il professionista qualificato che rilascia ... un attestato di certificazione o qualificazione energetica senza il rispetto dei criteri e delle metodologie di cui all'articolo 4, comma 1 (calcolo dei consumi secondo UNI 11300 e redazione attestati secondo le linee guida), è punito con la sanzione amministrativa pari al 30 per cento della parcella calcolata secondo la vigente tariffa professionale.
- Salvo che il fatto costituisca reato, il professionista qualificato che rilascia ... un attestato di certificazione o qualificazione energetica non veritieri, è punito con la sanzione amministrativa pari al 70 per cento della parcella calcolata secondo la vigente tariffa professionale; in questo caso l'autorità che applica la sanzione deve darne comunicazione all'ordine o al collegio professionale competente per i provvedimenti disciplinari conseguenti.
- Il direttore dei lavori che omette di presentare al Comune l'asseverazione di conformità delle opere e dell'attestato di qualificazione energetica (non quello di certificazione perché redatto da un soggetto terzo diverso anche dal DL NdR) ..., contestualmente alla dichiarazione di fine lavori, è punito con la sanzione amministrativa pari al 50 per cento della parcella calcolata secondo vigente tariffa professionale; l'autorità che applica la sanzione deve darne comunicazione all'ordine o al collegio professionale competente per i provvedimenti disciplinari conseguenti.
- Salvo che il fatto costituisca reato, il direttore dei lavori che presenta al Comune la asseverazione di cui all'articolo 8, comma 2 (asseverazioni da allegare alla denuncia di fine lavori ndr), nella quale attesta falsamente la correttezza dell'attestato di qualificazione energetica o la conformità delle opere realizzate rispetto al progetto o alla relazione tecnica di cui all'articolo 28, comma 1, della legge 9 gennaio 1991, n. 10, è punito con la sanzione amministrativa di 5.000 euro.

Principali requisiti dei nuovi edifici per uso residenziale e uffici

I requisiti minimi da rispettare sono diversi per edifici privati e pubblici, in funzione della zona climatica e della categoria dell'edificio. La tabella 2 riassume i requisiti minimi.

La legislazione vigente prevede innanzitutto un limite massimo ai consumi convenzionali di energia (sia da fonte fossile sia da fonte rinnovabile) per la climatizzazione invernale e per il fabbisogno termico estivo dell'involucro. Inoltre una percentuale di questo consumo (vedi D.Lgs 28/11) deve essere soddisfatta con il ricorso a impianti alimentati da fonti rinnovabili. •

Tabella 2. Requisiti energetici minimi per i nuovi edifici¹

Requisito	Dpr. 59/09 art. 4 e smi	Note
Epi < Epi limite	comma 2	Il consumo energetico convenzionale per la climatizzazione invernale calcolato con le norme UNI TS 11300 deve risultare inferiore al limite riportato nell'allegato C del D.Lgs 192/05 e s.m. Per gli edifici pubblici o ad uso pubblico i valori limite sono ridotti del 10% (DPR 59/09 art. 4 comma 15).
Epe, invol < Epe, invol limite	comma 3	Il fabbisogno energetico per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio (calcolato secondo la UNI TS 11300-1) deve risultare inferiore: • 30 kWh/m² anno per edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme); • 10 kWh/m³ anno per gli altri edifici.
U divisorio < 0,8 W/m2K	comma 16	La trasmittanza termica delle strutture edilizie di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti deve essere inferiore a 0,8 W/m ² K.
Verifica assenza condensa	comma 17	Verificare l'assenza di formazione di condensa superficiale e che la condensa interstiziale sia limitata alla quantità rievaporabile. La verifica va effettuata secondo le UNI EN ISO 13788 e UNI EN ISO 15927-1. In assenza di impianto per il controllo dell'umidità relativa interna, ai fini della verifica, verrà assunto un valore di 65%.
Sistemi schermanti	comma 18 lett. a	Valutare l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, per ridurre in estate l'apporto di calore per irraggiamento solare.
Pareti verticali: Ms > 230 kg/m2 o YIE inferiore a 0,12 W/m2K	comma 18 lett. b punto 1	Per le pareti esterne, ad eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord est (quindi non esposte in pratica all'irraggiamento solare), effettuare una delle seguenti verifiche: • che il valore di Ms (vedi definizione nell'Allegato A comma 22 del D.Lgs 192/05) sia superiore a 230 kg/m²; • che il valore del modulo di trasmittanza termica periodica (YIE), definito al comma 4 dell'art. 2 del DPR 59/09 sia inferiore a 0,12 W/m²K. Requisito non richiesto per gli edifici della zona climatica F e per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva (Im,s) sia inferiore a 290 W/m ² .
Strutture orizzontali o inclinate: YIE inferiore a 0,2 W/m2K	comma 18 lett. b punto 2	Requisito non richiesto: per tutti gli edifici della zona climatica F; per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva (Im,s) sia inferiore a 290 W/m ² . Per le strutture orizzontali e inclinate il valore del modulo di trasmittanza termica periodica (YIE), definito al comma 4 dell'art. 2 del DPR 59/09 sia inferiore a 0,2 W/m ² K.
Ventilazione naturale	comma 18 lett. c	Favorire la ventilazione naturale dell'edificio; nel caso la ventilazione naturale non sia efficace si può ricorrere alla ventilazione meccanica nel rispetto del comma 13 dell'art. 5 del DPR 4122: l'adozione di recuperatori del calore disperso per il rinnovo dell'aria è obbligatorio in funzione dei gradi giorno, della portata oraria e del numero di ore di funzionamento all'anno.
Schermi esterni	comma 19	Al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva vanno previsti sistemi schermanti esterni. In presenza di superfici vetrate con fattore solare <0,5 gli schermi si possono evitare qualora se ne dimostri la non convenienza in termici tecnico-economici.
Fonti rinnovabili	D. Lgs 28/11 All. 3	Per edifici non allacciati a una rete di teleriscaldamento che ne copra l'intero fabbisogno di calore per il riscaldamento ambiente e per l'acqua calda sanitaria è obbligatorio il ricorso a fonti rinnovabili come di seguito riportato. Gli impianti per la produzione di energia termica devono garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e di una percentuale della somma dei consumi per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento ed il raffrescamento. Questa percentuale è pari a: 20% se la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31.5.2012 al 31.12.2013; 35% se la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1.1.2014 al 31.12.2016; 50% se la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dopo il 1.1.2017. Non è ammesso il ricorso a fonti rinnovabili che producono esclusivamente energia elettrica per l'alimentazione di impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffreddamento. In ogni caso la potenza elettrica (P in kW) degli impianti alimentati da fonti rinnovabili in funzione della superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno S, deve essere pari a: P = 1/80 x S se la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31.5.2012 al 31.12.2013; P = 1/65 x S se la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1.1.2014 al 31.12.2016; P = 1/50 x S se la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dopo il 1.1.2017. Per gli edifici pubblici i valori di cui sopra vanno aumentati del 10%. Qualora sia impossibile ottemperare a tutto o in parte agli obblighi di cui sopra il progettista deve darne evidenza nella relazione tecnica di cui all'art. 28 della L.10/91 esaminando la non fattibilità tecnica delle diverse opzioni disponibili. In quest'ultimo caso l'indice di prestazione energetica (globale) dell'edificio deve essere inferiore a quello ammesso dal D.Lgs 192/05. La riduzione da applicare si calcola con la formula riportata nell'allegato 3 punto 8 del D.Lgs 28/11. La riduzione sarà tanto maggiore quanto minore è il ricorso alle fonti rinnovabili.

1. Tratta da M. Sanfilippo, *Efficienza Tecnica. Valutazione per la progettazione degli edifici*, Edizioni di Legislazione Tecnica, 2011

2. DPR 412/93 art. 5 comma 13 «Negli impianti termici di nuova installazione e nei casi di ristrutturazione dell'impianto termico, qualora per il rinnovo dell'aria nei locali siano adottati sistemi a ventilazione meccanica controllata, è prescritta l'adozione di apparecchiature per il recupero del calore disperso per rinnovo dell'aria ogni qual volta la portata totale dell'aria di ricambio G ed il numero di ore annue di funzionamento M dei sistemi di ventilazione siano superiori ai valori limite riportati nell'allegato C del presente decreto».

La direttiva 31/2010/CE prevede che gli edifici di nuova costruzione, a partire dal 31 Dicembre 2020, siano ad elevata prestazione energetica tali da risultare ad energia «quasi zero» (*nearly zero energy buildings*). Per certificare in maniera puntuale e confrontabile il raggiungimento dei requisiti minimi delle prestazioni energetiche degli edifici, la Direttiva obbliga gli Stati Membri ad adottare una metodologia di calcolo comparativa.

In Italia, con il DLgs 195/2005, con il DLgs 311/2006 e la successiva integrazione con il DLgs 28/2011 che recepiscono la direttiva europea 2002/91/CE *Energy performance of buildings*, si individuano e si definiscono criteri e procedure per la valutazione del sistema edificio-impianto.

Successivamente all’emanazione delle linee guida nazionali, attuative dei DLgs, sono nati e sono stati sviluppati diversi strumenti informati-ci per aiutare il professionista durante la fase di certificazione energetica degli edifici permet-tendogli di gestire, in maniera ordinata, la metodologia di calcolo adottata. Poiché allo stato dell’arte odierno questi *software* sono ancora in via di perfezionamento e di aggiorna-mento, il presente studio si propone, nella prima parte, di effettuare un’analisi comparati-va delle caratteristiche dei principali programmi attualmente presenti sul mercato, sia a titolo gratuito sia a pagamento. La conoscenza delle differenze tra i più diffusi codici di calcolo risulta, infatti, fondamentale per consentire al progettista un utilizzo consapevole di questi strumenti. Solo così egli potrà avvalersi dei softwares non tanto e non solo come strumenti di mera analisi e verifica a progetto concluso, bensì come valido strumento in fase di proget-tazione, effettuando un’analisi corretta delle prestazioni energetiche dell’edificio e realizzan-do una progettazione sempre più energicamen-te consapevole.

Nella seconda parte si vuole aprofondire una valutazione comparativa tra due specifici programmi certificati per la certificazione energetica degli edifici: Termus e Docet. La scelta è stata determinata dal fatto che attual-mente essi sono, secondo indagini statistiche, i programmi maggiormente diffusi. Il primo tra i software a pagamento mentre il secondo tra i software disponibili gratuitamente. Utilizzando questi due programmi di calcolo è stata effet-tuata una simulazione del comportamento energetico di uno stesso edificio residenziale campione, ubicato in differenti località climati-che quali Palermo, Bari, Roma e Padova. Pur essendo l’approccio alla simulazione, completamente diverso tra i due programmi in termini di regime di calcolo e di interfaccia, tuttavia l’attesa è che i risultati finali non siano significativamente differenti.

Scopo di questo lavoro è evidenziare l’esistenza proprio di queste differenze che sono state registrate ed analizzate

Potenzialità e limiti degli strumenti per la certificazione energetica degli edifici attraverso l’analisi e il confronto tra software presenti sul mercato

Giovanni Brugnaro e Mauro Caini
Ingegneri
Laboratorio di innovazione per l’edilizia, LIE
Università degli Studi di Padova

Introduzione

La direttiva 2002/91/CE adottata dal Parlamento Europeo introduce importanti novità nell’ambito del risparmio energetico degli edifici con l’obiettivo di mi-gliorarne le prestazioni.

Essa, tra i vari obiettivi, prevede:

- L’adozione di un quadro generale ed una metodologia di calcolo per il ren-dimento integrato degli edifici;
- L’applicazione dei requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche sia degli edifici di nuova costruzione sia per quelli esistenti sottoposti a ristrut-turazione.

In Italia la Direttiva è attuata dal Dlgs 19 Agosto 2005 denominata «Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia» e successiva-mente modificato dal Dlgs 311/2006 «Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico in edilizia».

I decreti citati definiscono i limiti del fabbisogno annuo per la climatizzazione invernale degli edifici. L’indicazione del consumo di energia primaria per il riscaldamento viene espresso con un parametro che viene riportato nell’atte-stato o nella certificazione energetica dell’edificio.

Inoltre l’articolo 4 del Decreto del presidente della repubblica 2 aprile 2009, n. 59 stabilisce che i calcoli e le verifiche necessari devono essere eseguiti uti-lizzando metodi che garantiscano risultati conformi alle migliori regole tecni-che. Si considerano rispondenti a tale requisito le norme tecniche predisposte dagli organismi deputati a livello nazionale o comunitario quali, ad esempio, l’UNI e il CEN o altri metodi di calcolo recepiti con decreto del Ministro dello sviluppo economico.

È possibile, tuttavia, l’utilizzo di altri metodi, procedure e specifiche tecniche sviluppati da organismi istituzionali nazionali, quali l’ENEA, le università o gli istituti del CNR, motivandone però l’uso nella relazione tecnica di progetto e purché i risultati conseguiti risultino equivalenti o conservativi rispetto a quelli ottenibili con i metodi di calcolo precedentemente detti.

Nel presente contesto risulta, quindi, fondamentale valutare le prestazioni di differenti codici di calcolo maggiormente diffusi nel mercato. Dal punto di vista del professionista certificatore i risultati forniti dai software dovrebbero essere confrontabili tra loro.

Purtroppo la grande varietà di codici di calcolo disponibili a livello commer-ciale che, a loro volta, si differenziano per regimi di calcolo considerati, per algoritmi di calcolo impiegati, per tipologia di interfaccia grafica, richiede una conoscenza delle caratteristiche peculiari di ogni software e delle differenze rispetto ad altri prodotti non semplificandone la comparazione.

Nella prima parte di questo lavoro verranno confrontati i software *Termus*, sviluppato da Acca Software, *TermoLog Epix 3* della Logical, EasyClima della Secos Engineering Srl, il protocollo *Casaclima* e infine il *Docet* di ENEA.

Successivamente, affrontando l’analisi energetica di un edificio campione, un confronto diretto tra Termus e Docet servirà per far emergere le differenze nella definizione dei parametri e nei risultati finali.

Classificazione e descrizione dei principali software presenti nel mercato

In generale i codici di calcolo si classificano in base a due princi-pali caratteristiche:

- regime temporale di calcolo (stazionario o dinamico);
- interfaccia grafica (input grafico o inserimento dati manuale).

In questo studio si valutano i soli codici di calcolo che analizzano il consumo energetico degli edifici in regime temporale di calco-lo stazionario, escludendo dall’analisi quelli a regime dinamico. Questi ultimi come ad esempio Energy Plus e Design Builder, sono sistemi informatici più complessi capaci di effettuare delle vere e proprie simulazioni fisicotecniche. Essi, in questo studio, non sono stati esaminati *in primis* perché prevedono una quantità di variabili per cui il confronto con i software a regime satazionario risulte-rebbe falsato a partire dalla iniziale definizione delle condizioni al contorno, in secondo luogo perché essi richiedono elevate cono-scenze e competenze da parte dell’utente sia nella fase di in-serimento dei dati che nel controllo dei risultati e perciò sono meno utilizzabili e meno diffusi a livello professionale. I codici di calcolo che lavorano in regime stazionario sono a loro volta suddivisi in due categorie in base alla modalità di input dei dati e alla possibilità di interfacciarsi con l’ambiente CAD.

Nella tabella 1 sono riportate le classificazioni degli strumenti per

Termus

TerMus è il primo software ad aver ottenuto la certificazione da par-te del Comitato Termotecnico Italiano (CTI) per la conformità alle metodologie di calcolo definite dalla norma UNI TS 11300:2008 - Parte 1, 2 e 4, come previsto dal DLgs 115/2009 e confermato dal DPR 59/2009. Le caratteristiche principali del programma sono:

- Disegno con oggetti grafici dotati di specifiche proprietà termotecniche (muri, finestre, porte ecc.);
- Progettazione anche a partire da un dxf o un dwg con conver-sione immediata di linee in oggetti con proprietà termotecniche;
- Rappresentazione grafica dei risultati di calcolo, ovvero della qualità energetica dell’edificio;
- Archivi interni e completamente personalizzabili di materiali, tra-

Termolog Epix 3

Il Modulo «Progettista» di Termolog EpiX 3 è compatibile con tutte le procedure di calcolo nazionali e regionali e viene costantemen-te aggiornato per adeguarsi agli sviluppi normativi. Il programma valuta i carichi di progetto e la prestazione energetica dell’edificio secondo le UNI TS 11300 e la UNI EN 12831. Con Termolog EpiX 3 si può scegliere di inserire i dati con metodo grafico o tabellare. Il programma offre diversi strumenti:

- Mappe Catastali (file immagine o pdf) ottenute con la scansione di una pianta o da un file in formato pdf, da ricalcare per definire il profilo delle zone e disporre le strutture disperdenti. L’indica-zione di una quota permette di scalare il disegno ed ottenere in automatico tutte le altre misure;
- Piante CAD (file dwg o dxf) di uno o più livelli per riconoscere automaticamente dai diversi layer i profili delle zone, dei locali e la geometria dell’involucro disperdente;
- BIM e modelli 3D: si possono importare il modello solido pro-dotto con un CAD 3D e riconoscere automaticamente aree, volumi delle zone e superfici disperdenti. Termolog dispone di plug-in specifici per i CAD 3D più diffusi per stabilire un effi-ciente dialogo con i software BIM;

Easy Clima

EasyClima è un software per il calcolo dell’energia primaria inver-nale ed estiva, certificato dal CTI, per la verifica energetica degli edifici secondo le norme UNI/TS 11300 e per il calcolo delle di-spersioni invernali ai fini del dimensionamento degli impianti. Con-sente la redazione della Legge 10, secondo le Linee Guida Nazio-nali ed è costantemente aggiornato alle ultime normative in vigore. Il software comprende:

- Certificazione energetica degli edifici

la valutazione energetica degli edifici più diffusi suddivisi tra codici con interfaccia CAD e non.

Tabella 1. Codici di calcolo maggiormente diffusi e utilizzati per la valuta-zione energetica degli edifici

Nome	Autore	Sito internet
<i>Codici con interfaccia Cad</i>		
Termus	Acca software Spa	www.acca.it
Termolog Epix 3	Logical Soft	www.logical.it
Easy clima	Secos Engineering Srl	www.secos.it
<i>Codici senza interfaccia Cad</i>		
Docet	ITC-CNR ed ENEA	www.itc.cnr.it www.enea.it
CasaClima	Provincia Autonoma di Bolzano	www.agenziacasaclima.it

- smittanze, dati climatici delle località, ponti termici;
- Analisi del comfort termodinamico integrabile allo studio dell’i-solamento acustico
- Possibile integrazione con il BIM architettonico Edificius, con le soluzioni per l’architettura sostenibile, l’energia alternativa e il miglioramento delle prestazioni energetiche in genere.

L’applicativo base del software permette la certificazione energeti-ca degli edifici, se si vuole maggiore funzionalità del programma si possono acquistare tutta una serie di estensioni necessarie, ad esempio, per effettuare la certificazione valida per la Lombardia, Piemonte, Liguria, Trento, Emilia Romagna e Puglia e per effettuare i calcoli dei carichi estivi.

- Inserimento Numerico: è possibile inserire la geometria dell’in-volucro numericamente tramite comode tabelle o utilizzare un metodo misto di inserimento per unire la potenza dello strumen-to grafico alla praticità del metodo tabellare.

Si possono inoltre calcolare gli indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, la produzione di acqua calda sanita-ria in base alle più recenti disposizioni normative nazionali e regio-nali (D.Lgs 311/2006 e 115/2008, UNI TS 11300 parti 1, 2 e 4, DPR 59/2009 e direttive regionali), la potenza di picco di un edificio ed eseguire tutte le verifiche di legge per involucro e impianto. Il pro-gramma verifica gli indici di prestazione, i rendimenti del sistema edificio-impianto, la trasmittanza ed il comportamento termoigro-metrico delle strutture (UNI EN ISO 13788), controllando che la formazione di condensa sia inferiore ai limiti di norma. Il Modulo *Progettista* di Termolog EpiX 3 calcola inoltre il comportamento ter-mico inerziale delle strutture nel periodo estivo in conformità alla UNI EN ISO 13786 e valuta capacità termica, trasmittanza termica periodica, sfasamento in ore e coefficiente di attenuazione dell’e-lemento.

- Calcolo e redazione della relazione prevista dalla legge 10/91
 - Calcoli in base alle normative regionali
 - Compilazione della modulistica richiesta per ottenere gli incen-tivi del 55%
 - Calcolo delle dispersioni invernali
- Funzioni principali:
- Calcolo delle dispersioni invernali
 - Calcolo del Fabbisogno di Energia Primaria
 - Calcolo dell’indice di prestazione energetica invernale (EPI)

- Calcolo dell'indice di prestazione energetica dell'involucro per la climatizzazione estiva (Epe involucro)
- Calcolo integrato del fabbisogno di acqua calda sanitaria (EPacs)
- Possibilità di effettuare il calcolo per edificio o per zona
- Possibilità di scegliere tra valori da calcoli analitici o da tabelle
- Calcolo del rendimento di distribu-zione per edificio o per zona
- Calcolo del rendimento medio di distribuzione di zona
- Tiene conto di eventuali serbatoi di accumulo
- Tiene conto di eventuali fonti rinnovabili da solare termico o fotovoltaico
- Help funzionale e normativo con i valori tabellati delle norme UNI/TS 11300

Docet

è uno strumento di simulazione a bilanci mensili per la certificazione energetica degli edifici residenziali esistenti. Il software è aggiornato secondo la metodologia di calcolo semplificata, riportata all'interno delle norme tecniche UNI TS 11300. Docet nasce dalla ricerca di approcci semplificati per facilitare l'inserimento dei dati da parte di utenti anche senza specifiche competenze, definendo un'interfaccia che consente di qualificare dal punto di vista energetico edifici esistenti, in modo semplice e riproducibile. Lo strumento infatti si contraddistingue per l'elevata semplificazione dei dati in input e la riproducibilità delle analisi. La nuova versione consente di definire geometrie anche complesse modificando, qualora l'utente lo ritenga necessario, i dati precalcolati di Docet. La struttura complessiva dello strumento, suddivisa in moduli di calcolo (Energia netta, Energia Fornita, Energia Primaria, Certificazione energetica e Raccomandazioni), è stata studiata e sviluppata secondo criteri di semplicità, chiarezza e intuitività. Tutti i dati qualitativi introdotti sulla base della documentazione a disposizione e di un *audit* energetico minimo, e quelli non introdotti, vengono definiti quantitativamente in modo automatico dallo strumento. Il motore di calcolo dettagliato e la disponibilità di output intermedi sufficientemente esaustivi permettono ai certificatori di effettuare analisi

Casa Clima

Il programma di calcolo CasaClima è uno strumento online di valutazione e certificazione energetica e di predimensionamento impiantistico complessivo ed è inserito nella multiplatforma web XClima Europe. Il bilancio energetico del programma di calcolo CasaClima consente di calcolare il fabbisogno energetico degli edifici a lungo termine. Oltre al calcolo del fabbisogno specifico energetico dell'involucro, questa versione offre anche un metodo di calcolo per definire l'efficienza energetica complessiva degli edifici indicata come energia

- Calcolo della condensa e dell'umidità nei componenti opachi (UNI 13788) (esempio di output di stampa e di schermata del programma)
 - Calcolo degli ombreggiamenti dovuti ad oggetti
 - Calcolo della trasmittanza termica periodica
 - Possibilità di scelta per il calcolo analitico o tabellare della capacità termica areica
- È possibile inoltre collegare ed estendere il programma con ulteriori moduli necessari per calcolare i carichi termici estivi per il dimensionamento dell'impianto di condizionamento e se si vuole disporre di input grafico in AutoCAD o Bri-cs CAD per l'inserimento dati dell'edificio.

di post-processo. Docet calcola i seguenti indicatori prestazionali: Fabbisogno di energia netta per riscaldamento (Epi, invol), raffrescamento (E-pe,invol); Fabbisogno di energia fornita per riscaldamento, acqua calda sanitaria e ausiliari elettrici; Indice di energia primaria per riscaldamento (EPi), per acqua calda sanitaria (EPacs) e globale (Epgl); Quantità di CO₂ prodotta; Risparmio economico ottenibile e tempo di ritorno semplice degli investimenti ipotizzati; Classe energetica (da G ad A+). Lo strumento è inoltre in grado di valutare il contributo dell'applicazione di collettori solari e pannelli fotovoltaici. Gli output relativi agli Attestati di Certificazione e Qualificazione Energetica sono quelli contenuti nelle Linee Guida nazionali per la certificazione energetica. Un'ulteriore peculiarità di Docet si trova nelle Raccomandazioni. Nell'ultima sezione del software è possibile definire i miglioramenti, in termini prestazionali, dell'edificio secondo i requisiti minimi al 2010 dei valori di trasmittanza termica e rendimento globale medio stagionale riportati nell'Allegato C del decreto legislativo 311/06.

primaria. In questo modo è possibile stabilire attraverso un procedimento di calcolo il fabbisogno energetico annuo necessario per soddisfare le esigenze di un determinato edificio. Inoltre è definito il consumo di CO₂ equivalente sulla base della fonte energetica utilizzata. Oltre al consumo di energia è definito per le seguenti attività:

- Riscaldamento
- Condizionamento
- Raffrescamento
- Produzione acqua calda
- Illuminazione

Confronto tra software

I diversi programmi analizzati, a prima vista, sembrano avere molte caratteristiche in comune. Infatti i programmi che hanno input grafico predisposti per interfacciarsi con l'ambiente CAD seguono tutti le ultime normative, hanno una banca dati con le trasmittanze e le caratteristiche di ogni materiale da costruzione e includono la possibilità di inserire elementi e caratterizzazioni sia per via grafica che per via tabellare. Tutti quanti sono dotati dei dati climatici delle regioni, calcolano il fabbisogno energetico sia per l'inverno che per l'estate, godono di una vasta gamma di caldaie, pompe di calore, climatizzatori e ogni altro strumento utile alla certificazione comprese le fonti di energia rinnovabile come i pannelli solari. La tabella II mostra le caratteristiche di ogni programma ed evidenzia in maniera rapida le differenze principali tra i software. I parametri utilizzati come metro di giudizio sono:

- Progettazione in dxf o dwg: il programma è in grado di leggere e modificare il file con la suddetta formattazione, questo serve per velocizzare il lavoro permettendo all'utilizzatore di usare file già presenti e di altri programmi in modo da affiancare la progettazione alla verifica energetica.
- CAD proprio: il programma utilizza un proprio formato di disegno per fare la certificazione senza dipendere da altri programmi.
- Termografia: il programma è in grado di calcolare le dispersioni termiche e la temperatura di ogni parte dell'edificio riportando tutto in grafici e visioni termografiche della casa che illustrano dove c'è la maggiore dispersione;
- Archivi materiali: il programma possiede un database di dati riferiti ai principali materiali da costruzione, alle principali macchine per il riscaldamento e la climatizzazione, porte, finestre, pannelli solari e solari termici. È anche possibile aggiungere o togliere

- materiali e creare elementi personalizzati sia per via grafica che per via tabellare. Ovviamente tutti i materiali hanno la propria trasmittanza base o la si può assegnare;
- Normativa regionale: il programma può eseguire la certificazione anche in base ai parametri regionali oltre che in base ai criteri delle linee guida nazionali (Lombardia, Piemonte ed Emilia Romagna sono le regioni più presenti nei software);
- Ombra e ventilazione: tiene conto dell'ombra e della varie implicazioni che comporta la presenza di tendaggi e della ventilazione a cui la casa è sottoposta;
- Verifica termoigrometrica: il programma verifica la presenza e la reazione dell'edificio all'eventuale umidità e segnala dove ci possono essere dei problemi. Questa caratteristica non è fondamentale per la certificazione però è sicuramente un valore aggiunto per un progettista;
- Modifiche in tempo reale: il programma automaticamente ricalcola le prestazioni dell'edificio al variare delle modifiche implementate in tempo reale. Questa capacità permette di verificare come la prestazione cambi all'istante della modifica consentendo all'utilizzatore di capire, in tempo reale, se quello che sta facendo è congruo o no;
- Calcolo singole unità: il programma è in grado di isolare una singola unità abitativa dal fabbricato totale analizzando solo per esso tutti i parametri e redigendo la certificazione per quella particolare unità abitativa anche in presenza di impianti centralizzati;
- Variabile prezzo: il programma è in grado di contenere nel progetto finale alcune varianti dell'edificio e ne calcola il prezzo sia di costruzione che di utilizzo grazie agli archivi integrati;

Il caso studio

Per confrontare i software Termus con Docet si è deciso di progettare un edificio residenziale unifamiliare, semplice dal punto di vista geometrico-compositivo e nelle caratteristiche termofisiche dell'involucro. Alcune particolarità sono state introdotte per poter analizzare le differenze di risultati tra i software che possono verificarsi quando si affronta il calcolo delle dispersioni termiche per gli edifici esistenti. In questo edificio è presente un oggetto ai lati sud-ovest, un soggiorno a doppia altezza con pareti completamente finestate sempre a sud-ovest e un vano scala non riscaldato a sbalzo sul lato nord. Le condizioni climatiche scelte sono state quelle relative alla città di Padova, Roma, Bari, Palermo. Le figure 1 e 2 sono delle viste tridimensionali del lato finestrato rivolto verso sud. Le principali caratteristiche dell'involucro sono riportate in tabella 4. Per quanto riguarda gli impianti si è scelta una

- Ristrutturazioni: il programma secondo il quadro normativo italiano è in grado di svolgere una certificazione di un edificio esistente tenendo conto anche dell'usura del materiale e può anche essere usato per definire un eventuale intervento ricalcolando tutti i parametri in base alle nuove modifiche.

Tabella 2. Confronto tra i software secondo determinati parametri

	Termus	Termo log Epix 3	Easy clima	Docet	Casa Clima
Progettazione dwg e dxf	x	x	x		
CAD proprio	x	x	x		
Modifiche in tempo reale	x				
Termografie	x	x			
Archivi materiale	x	x	x	x	x
Normativa regionale	x	x	x	x	x
Ombra e ventilazione	x	x			
Verifica termoigrometrica	x	x	x		
Calcolo singole unità	x	x	x		
Variabile prezzo	x	x			
Ristrutturazioni	x	x	x	x	x

caldaia a condensazione di tipo C con potenza utile nominale di 16 kW con terminali a radiatori su parete esterna isolata.

Tabella 3. Parametri climatici delle località impiegate per le simulazioni

Località	Zona climatica	Gradi Giorno	Durata convenzionale riscaldamento (gg)	Temperatura esterna minima di progetto (°C)
Padova	E	2404	183	-5
Roma	5	1415	166	0
Bari	C	1185	137	0
Palermo	B	751	121	



Figura 1. Vista prospettica lato sud-ovest

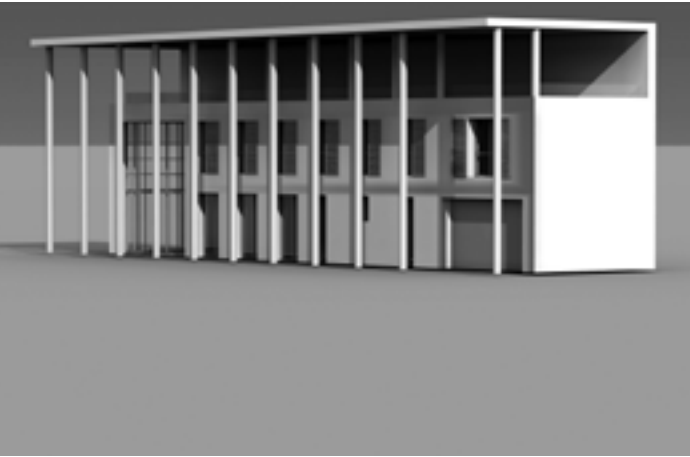


Figura 2. Vista prospettica lato sud-est

Tabella 4. Caratteristiche dell’involucro

Entità	Valore	Unità di misura	Rappresentazione grafica
Trasmittanza parete perimetrale lato nord, est e ovest. B locco semipieno di laterizio di spessore 25 cm con isolamento esterno in polistirene espanso estruso da 15 cm.	0.191	W/m²K	
Trasmittanza parete perimetrale lato sud. Blocco semipieno di laterizio di spessore 40 cm con isolamento esterno in polistirene espanso estruso da 15 cm.	0.168	W/m²K	
Trasmittanza termica solaio di interpiano e copertura in laterocemento isolato all’estradosso e finito con pavimentazione.	0.267	W/m²K	
Trasmittanza termica superficie vetrata. Doppio vetro con rivestimento basso emissivo. Intercapedine da 16 mm con gas Argon.	1.2	W/m²K	
Trasmittanza termica del telaio in Pvc.	1.8	W/m²K	

Risultati

Il confronto tra i risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate con i due differenti software per diverse regioni climatiche è riportato in tabella 5, nella quale sono esplicitati i valori caratteristici riportati negli attestati di certificazione energetica: l’indice di prestazione energetica globale, l’indice del fabbisogno dell’energia primaria per la climatizzazione invernale (EPi), l’indice di prestazione energetica per l’acqua calda sanitaria (EPacs) e per l’involucro (EPi,invol). Dal confronto effettuato (figure 3-6) emerge la differenza dei risultati che, seppur portando alle stesse classi energetiche, presentano variazioni dal 10% al 20% dell’indice di prestazione energetica globale. Si rileva come ciò sia dovuto principalmente a fattori legati alla procedura semplificata di input dati in Docet che non permette in alcuni casi di poter modificare il dato di *default* e che in altri casi porta ad approssimazioni numeriche elevate. Ad esempio è possibile inserire una sola tipologia, e quindi un solo valore di trasmittanza, di vetro, telaio e parete esterna. Non è possibile definire zone a doppia altezza che comportano maggior volume disperdente e una diminuzione della superficie utile. L’edificio residenziale utilizzato nelle simulazioni presenta in Termus una superficie utile di circa 184 m² e un rapporto S/V di 1.21 m⁻¹. In Docet questo rapporto diminuisce poiché la superficie disperdente risulta minore.

Tabella 5. Risultati delle simulazioni. Tutti i valori sono espressi in kWh/m²anno

Codice di calcolo	Località climatica	Indice di prestazione energetica globale	Indice del fabbisogno dell’energia primaria per la climatizzazione invernale (EPi)	Indice di prestazione energetica per l’acqua calda sanitaria (EPacs)	Indice di prestazione energetica per l’involucro (EPi,invol)
TERMUS	Padova	77.923	46.365	31.558	39.804
	Roma	45.644	13.626	32.017	9.526
	Bari	42.192	9.752	32.439	6.453
	Palermo	37.384	4.597	32.787	2.025
DOCET	Padova	68	46.8	21.2	37.4
	Roma	39.1	17.4	21.7	12.8
	Bari	34.9	12.6	22.3	9.1
	Palermo	28.2	5.5	22.7	3

Questo valore è determinato dal fatto che non può esser calcolato la presenza di volumi in aggetto, come in questo caso del vano scala. Vi è, tuttavia, la possibilità dell’inserimento manuale di questa maggiorazione di superfici disperdenti ma non è affidabile poiché si perde il controllo dei risultati finali. I ricambi d’aria risultano fissati di default a 0.5 h⁻¹ e questo valore non può esser modificabile. Gli apporti interni sono un altro valore che Docet non permette di modificare e che trae origine da valori standard non esplicitati. Per quanto riguarda l’impianto di riscaldamento, a parità di tipologia di sistema, i rendimenti risultano differenti ma ciò è determinato da una lettura diversa delle caratteristiche dell’edificio. Per quello che riguarda i dati relativi alla geometria dell’edificio, calcolati e dedotti direttamente dal codice di calcolo in base ai dati inseriti, quali superficie lorda disperdente, volume lordo o netto riscaldato, rapporto S/V, superficie utile, i valori numerici non sono sempre simili tra i differenti software allontanandosi dal dato calcolabile manualmente, nonostante l’edificio campione abbia una geometria semplice. Ciò ovviamente comporta variazioni nei risultati sia in termini di fabbisogni assoluti e specifici sia di valori limite ai fini della certificazione energetica.

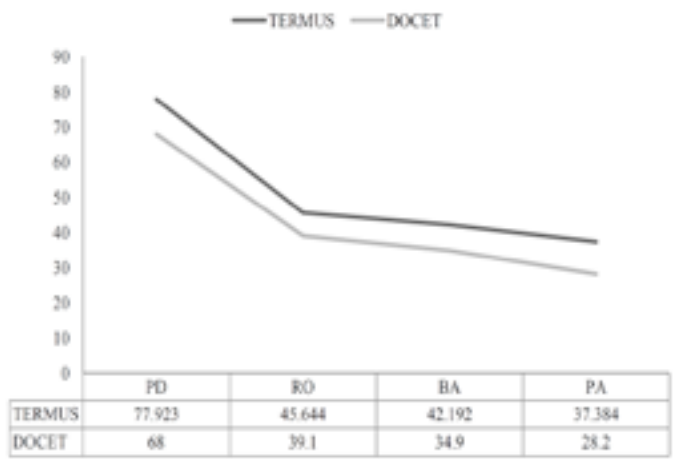


Figura 3. Confronto tra l’indice di prestazione energetica globale (espresso in kWh/m²anno)

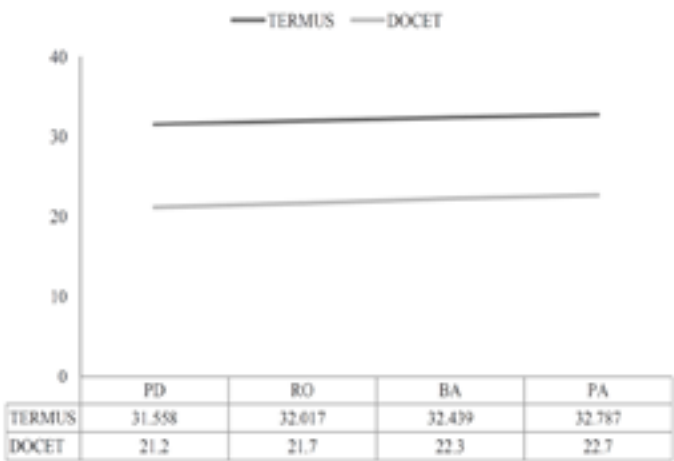


Figura 5. Confronto tra l’indice di prestazione energetica per l’acqua calda sanitaria EPacs (espresso in kWh/m²anno)

Conclusioni

I DLgs 192/05 e 311/06 di attuazione della direttiva relativa alle prestazioni energetiche degli edifici, prevedono la definizione di metodi per la certificazione energetica che minimizzino gli oneri per gli utenti, al fine di promuovere la cultura della certificazione energetica. In tale contesto, il ricorso a strumenti semplificati sembrerebbe apparentemente essere la scelta più giusta. Ciò premesso, questa ricerca si è posta l’obiettivo di confrontare i risultati ottenibili con due dei principali codici di calcolo reperibili sul mercato: Termus, con licenza a pagamento e interfaccia grafica, e Docet, software gratuito certificato con immissione dei dati manuale. L’analisi è stata attuata valutando il fabbisogno termico dell’edificio con precise condizioni al contorno assegnate, per il medesimo edificio ed in differenti condizioni climatiche. I confronti condotti in questo lavoro hanno evidenziato come i due diversi software esaminati forniscano risultati differenti tra loro. Così come è diversa la sensibilità dei risultati verso alcuni parametri, come ad esempio il rapporto della superficie vetrata rispetto alla superficie in pianta. Inoltre il confronto dello stesso edificio localizzato in zone climatiche diverse mostra che i risultati sono fortemente dipendenti dal software utilizzato, i quali tuttavia dovrebbero adottare la medesima procedura di calcolo. Termus permette di gestire in maniera più dettagliata le

Bibliografia

ENEA, *Rapporto Energia e Ambiente 2007*, Roma, luglio 2008.
Direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del dicembre 2002, sul rendimento energetico nell’edilizia.
D.Lgs n. 311/06, Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia.
AA.VV., 2007, *Manuale utente Docet*, ITC-ENEA.
AA.VV., 2007, *Comunicazione utenti Docet*, ITC.

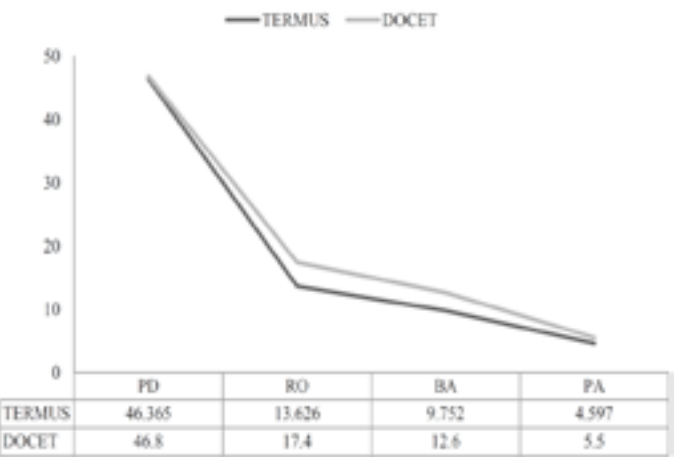


Figura 4. Confronto tra l’indice del fabbisogno dell’energia primaria per la climatizzazione invernale (EPi) (espresso in kWh/m²anno)

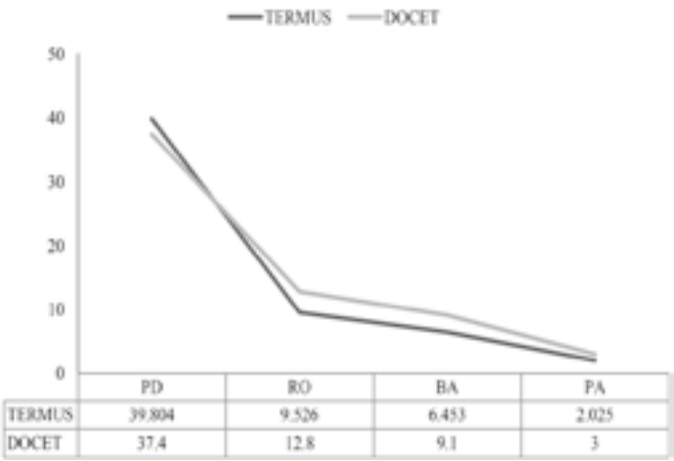


Figura 6. Confronto tra l’indice di prestazione energetica per l’involucro EPi,invol (espresso in kWh/m²anno)

particolarità costruttive, la presenza di oggetti, le differenze stratigrafiche presenti e la presenza di ponti termici. Docet, pur basandosi su metodo di calcolo ben definito e normato, prevede un’interfaccia utente e quindi un sistema di inserimento dati più semplificato ed immediato. L’adozione di questa semplificazione tuttavia produce un significativo scostamento dai dati medi degli altri codici di calcolo sia in termini di dispersioni, di guadagni e di rendimento degli impianti che di fabbisogni energetici. I risultati mostrano scostamenti superiori al 5% tra i due codici di calcolo esaminati. Questa differenza non è accettabile poiché, come emanato a livello Comunitario, per certificare in maniera puntuale e confrontabile il raggiungimento dei requisiti minimi delle prestazioni energetiche degli edifici, la metodologia di calcolo adottata deve essere comparativa. Alla luce dei risultati ottenuti, da questo lavoro emerge come al fine di progettare edifici che abbiano un comportamento energetico più realistico, e dunque una maggior efficienza energetica, sia preferibile andare verso lo sviluppo e l’utilizzo di software con codici di calcolo più complessi ed affinati, anche a scapito di una maggior iniziale difficoltà nell’apprendimento del software da parte dell’utilizzatore rispetto alle versioni più *friendly*.

Rapporto ONRE.
Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.
Decreto legislativo 29 dicembre 2006, n. 311.
Decreto del Presidente della rRpubblica 2 aprile 2009 , n. 59.
DM 26 giugno 2009.
DLGS 28/2011.

Il sistema di misura dell'energia termica e frigorifera

Componenti caratteristiche prestazionali problematiche

1.1 Concetto di misura

In genere, in tutti gli impianti tecnologici, negli impianti termici, di ventilazione, di climatizzazione, di refrigerazione è necessario verificare il corretto funzionamento o il regolare andamento di un processo, controllare i consumi energetici, verificare le prestazioni fornite dall'impianto o da una sua parte, rilevare condizioni anormale o pericolose, evitare disservizi o guasti gravi, recuperare dati storici sulle condizioni di funzionamento di un impianto o di singole macchine, con l'intento di verificarne l'efficienza, migliorarne le prestazioni, facilitarne la conduzione.

«Misurazione» (da *VIM, International Vocabulary of Metrology, Basic and General Concepts and Associated Terms*) è quel processo che consente di ottenere sperimentalmente uno o più valori che si possono ragionevolmente attribuire a una grandezza. Una misurazione suppone una descrizione della grandezza compatibile con l'utilizzo previsto del risultato della misura, una procedura di misura e un sistema di misura tarato funzionante secondo la procedura di misura specificata, includente le condizioni di misura. Il risultato di una misurazione è solo una stima del valore ritenuto vero del misurando in quanto ogni processo di misurazione è inevitabilmente affetto da errori. È esperienza comune che, effettuando una serie di misurazioni di una stessa grandezza con uno stesso strumento di misura, si ottengono risultati differenti a causa dell'inevitabile presenza di errori durante ogni processo di misura-

1.2 Misura dell'energia termica e frigorifera

Il contatore di energia è un elemento fondamentale dei sistemi di misura dell'energia che hanno raggiunto livelli di completezza e sofisticazione tale per cui è possibile controllare, regolare e leggere a distanza tutti i parametri di un impianto.

Come strumento di misura, rientra nel campo di applicazione di direttive specifiche adottate sulla base della direttiva 71/316/CEE del Consiglio, del 26 luglio 1971 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle disposizioni comuni agli strumenti di misura e ai metodi di controllo metrologico.

Nell'ambito della nuova strategia in materia di armonizzazione tecnica e normalizzazione è stata emanata la Direttiva 2004/22/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 31 marzo 2004 relativa agli strumenti di misura.

La Direttiva definisce i requisiti cui debbono conformarsi i dispositivi e i sistemi con funzioni di misura, quali i contatori di calore ai fini della loro commercializzazione e/o messa in servizio per le funzioni di misura per motivi di interesse pubblico, sanità pubblica, sicurezza pubblica, ordine pubblico, protezione dell'ambiente, tutela dei consumatori, imposizione di tasse e di diritti e lealtà delle transazioni commerciali.

Un contatore di calore è uno strumento destinato a misurare il calore che, in un circuito di scambio termico, è assorbito o rilasciato da un liquido denominato liquido di trasmissione di calore.

Un contatore è o uno strumento completo, oppure uno strumento composto dalle sottunità «sensore di flusso», «coppia di sensori

Domenico Fernando Antonucci
Dipartimento di Ingegneria Industriale
Università di Padova
Delegato dell'Ordine degli Ingegneri di Padova presso CTI

zione, sebbene questi valori siano compresi in un certo intervallo. Si può affermare, quindi, che il risultato di una misurazione è compreso, con una certa probabilità, in una fascia di valori. La misura può essere ottenuta, in maniera diretta, per confronto diretto con l'unità di misura e i suoi multipli e sottomultipli e, in maniera indiretta, applicando leggi fisiche ben note o ricavabili, che legano la grandezza in esame incognita ad altre grandezze direttamente misurabili. Entrambe le misure possono essere effettuate utilizzando strumenti tarati per confronto tramite campioni.

Ogni generico strumento (o sistema) di misura si può rappresentare mediante una configurazione generalizzata composta da tre stadi che costituiscono la «catena di misura».

- I stadio: il sensore, o elemento sensibile, ha il compito di interagire direttamente con il misurando e trasformarlo in una grandezza fisica (segnale di misura) più idonea alle successive elaborazioni. Il segnale di misura può essere della stessa natura o, come di solito accade, di natura differente rispetto a quella del misurando; in tal caso più che di sensore si parlerà di trasduttore.
- Il stadio: il convertitore,quella parte dello strumento atta a trasformare l'informazione proveniente dal sensore in una grandezza di più facile utilizzazione da parte dello sperimentatore, standardizza il segnale di uscita del sensore.
- III stadio: visualizzatore, ovvero il dispositivo di lettura che può essere di tipo analogico o digitale, elabora la lettura finale.

di temperatura» e «calcolatore» o ad una combinazione delle medesime.

La misura diretta del calore ceduto all'impianto è data da:

$$Q = \int_{t_0}^{t_1} q_m \Delta h dt \quad (1)$$

dove:
Q = calore ceduto (kJ)
q_m = portata massica del fluido (kg/s)
Δh = differenza di entalpia del fluido termovettore alle temperature di andata e ritorno
t = tempo (s)
Se lo strumento misura la portata volumetrica, si potrà scrivere:

$$Q = \int_{V_0}^{V_1} k \Delta \theta dV \quad (2)$$

dove:
Q = calore ceduto (kJ)
k = coefficiente funzione delle proprietà del fluido alle condizioni di temperatura e pressione all'atto della misura [kJ/(m³K)]
V = volume di liquido transitato (m³)

Tabella 1. Grandezze caratteristiche di funzionamento relative a temperatura, differenze di temperatura, portate e potenze (da UNI EN 1434-1:2007, *Heat meters, General requirements*)

Temperatura	
θ-5	= la temperatura del fluido termovettore
θ _{in}	= valore di θ all'ingresso del circuito di scambio termico
q _{out}	= valore di θ all'uscita del circuito di scambio termico
Δθ	= la differenza di temperatura θq _{in} -θq _{out} con Δq ≥0
θ _{max}	= il limite superiore di q ai fini del corretto funzionamento del contatore entro l'errore massimo tollerato
θ _{min}	= il limite inferiore di q ai fini del corretto funzionamento del contatore entro l'errore massimo tollerato
Δθ _{max}	= limite superiore di Δθ ai fini del corretto funzionamento del contatore entro l'errore massimo tollerato
Δθ _{min}	= limite inferiore di Δθ ai fini del corretto funzionamento del contatore entro l'errore massimo tollerato
Portata	
P	= portata del liquido di trasmissione di calore
q _s	= valore massimo di q consentito per brevi periodi ai fini del corretto funzionamento del contatore
q _p	= valore massimo di q consentito in permanenza ai fini del corretto funzionamento del contatore
q _i	= valore minimo di q consentito ai fini del corretto funzionamento del contatore
Potenza	
P	= potenza termica dello scambio termico
P _s	= limite superiore di P consentito ai fini del corretto funzionamento del contatore

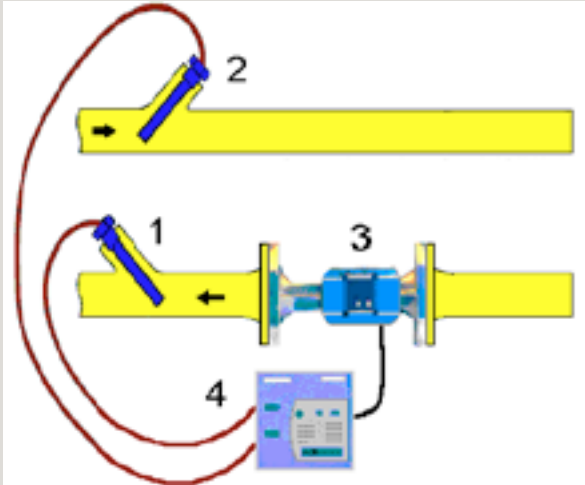


Figura 1. Contatori di energia termica. 1: sonda temperatura mandata, 2: sonda temperatura ritorno, 3: misuratore di portata, 4: unità elettronica

Δθ = differenza di temperatura fra andata e ritorno (K).

Le misure si effettuano determinando la portata (con contatori, a turbina, Woltmann, a effetto Venturi, a ultrasuoni, magnetici) e valutando la differenza di temperatura fra andata e ritorno.

In figura 1 è riportato lo schema per la misura di energia termica e frigorifera.

Gli *strumenti compatti* sono apparecchi nei quali tutti gli elementi costitutivi sono raggruppati in un unico apparecchio. In alcuni casi sono previste soluzioni che permettono la sistemazione dell'unità di calcolo in maniera disgiunta dal misuratore di portata, ma con un posizionamento a breve distanza. Essi sono in generale previsti per misurazioni relative alle singole unità abitative.

Gli *strumenti combinati* sono apparecchi nei quali gli elementi costitutivi sono forniti separatamente per essere montati e collegati direttamente sull'impianto e sono in genere previsti per misure l'energia totale prodotta nelle centrali di produzione e immessa nella rete di distribuzione.

La fornitura di strumenti combinati si giustifica sia con le dimensioni che acquista il misuratore di portata sia con la necessità, in centrale, di sistemare l'unità di calcolo in posizione convenientemente protetta. Le loro caratteristiche, le modalità di prova, di omologazione e di verifica sono oggetto di varie norme (Serie UNI EN 1434-2007) e, quindi, sono gli strumenti che più si prestano a una contabilizzazione precisa e senza contestazioni.

Sono inoltre gli unici apparecchi che consentono anche l'adozione di qualsiasi sistema di regolazione (valvole termostatiche, valvole di zona on-off oppure modulanti, regolazione climatica centrale) e qualsiasi tipo di corpo scaldante.

Hanno anche il vantaggio di dare l'indicazione del calore fornito direttamente nella corretta unità di misura (comunemente il chilowattora), rendendo così comprensibile all'utente l'entità dei suoi consumi e consentendogli il confronto con altri.

La norma UNI EN 1434-1:2007, *Heat meters - General requirements*, definisce le grandezze caratteristiche di funzionamento, come detto, relative a temperatura, differenze di temperatura, portate e potenze (tabella 1).

I requisiti specifici, per le condizioni di funzionamento nominali, sono rappresentati dai valori dichiarati dal costruttore delle grandezze anzidette con le seguenti limitazioni:

- per la temperatura, Δθ_{max}/Δθ_{min} ≥ 10; Δθ_{min} = 3 K o 5 K o 10 K
- per la portata, q_p/q_i ≥ 10.

Per la pressione del liquido, si considera la massima pressione interna positiva che il contatore di calore può tollerare in regime permanente al limite superiore dell'intervallo di temperature.

Gli errori relativi massimi tollerati o applicabili a un contatore termico completo, espressi in percentuale del valore reale, vengono così espressi:

$$E = E_f + E_t + E_c \quad (3)$$

dove E_f, per ciascuna classe di accuratezza, viene così determinato:

Classe 1: E_f = (1 + 0,01 q_p/q), ma non superiore a 5%

Classe 2: E_f = (2 + 0,02 q_p/q), ma non superiore a 5%

Classe 3: E_f = (3 + 0,05 q_p/q), ma non superiore a 5%

mentre, per tutte le classi:

$$E_t = (0,5 + 3\Delta\theta_{min}/\Delta\theta)$$

$$E_c = (0,5 + \Delta\theta_{min}/\Delta\theta).$$

Nel caso di sottounità i requisiti essenziali per il contatore di calore si applicano ugualmente, nei casi pertinenti, alle sottunità. Il valore di variazione critico per la sottunità di un contatore termico è pari al rispettivo valore assoluto dell'errore massimo tollerato applicabile alla sottunità.

Si può osservare come l'errore complessivo massimo ammesso sia prevalentemente determinato dall'errore sulla misura di temperatura rispetto a quello sulla misura di portata.

Dall'analisi degli errori massimi ammissibili nella misura della portata ne deriva il diagramma riportato in figura 2. Gli errori massimi ammissibili nella misura della temperatura, in considerazione di

quanto detto a tal proposito secondo la norma UNI EN 1434-1 e considerando l'insieme degli errori massimi per l'unità di calcolo e per le misure di temperatura sono forniti dalla seguente relazione:

$$E\% = \pm(1 + 4\Delta\theta_{\min}/\Delta\theta) \quad (4)$$

Considerando un $\Delta\theta_{\min}$ di 3 K che è quello per cui l'errore sarà minimo:

- se il $\Delta\theta$ operativo è anch'esso pari a 3 K (per es. mandata 80°C e ritorno 77°C) l'errore massimo consentito è pari a $\pm 5\%$
- se il $\Delta\theta$ operativo è pari a 10 K (per es. mandata 80°C e ritorno 70°C) l'errore massimo consentito è pari a: $\pm 2,2\%$ (figura 3).

Il calcolo dell'energia effettuato dal contatore è dunque proporzionale alla relazione:

$$Q \propto \Delta\theta \cdot V$$

dove:

Q = energia misurata

$\Delta\theta$ = differenza di temperatura (mandata-ritorno)

V = portata.

L'errore complessivo è dato dalla:

$$E\% = (d\Delta\theta/\Delta\theta) + (dV/V)$$

dove:

$d(\Delta\theta)$ è l'errore assoluto sul differenziale di temperatura;

dV è l'errore assoluto sulla misura di portata.

Al fine di ridurre l'errore di misura occorre prevedere una portata vicina al valore nominale e un differenziale di temperatura quanto più ampio possibile.

Per mettere ulteriormente in evidenza l'incidenza dell'errore della misura di temperatura, si consideri un contatore che impieghi sonde PT100 in classe A (norma DIN IEC 751 - EN 60751).

Le classi di errore definite dalla norma per le termoresistenze sono:

- classe A: $\Delta\theta = \pm(0,15 + 0,002 \cdot \theta)$
- classe B: $\Delta\theta = \pm(0,30 + 0,005 \cdot \theta)$

Per la classe A si consideri, per semplicità, il termine prevalente: 0,15.

È noto che l'errore sul differenziale $d(\Delta\theta)$ può andare da 0, nel caso di sonde con eguale curva di errore, a 0,30 nel caso di sonde con curve di errore divergenti.

Considerato un valore intermedio 0,15 in conseguenza di un'attenta scelta fatta dal costruttore e ipotizzando di lavorare con il $\Delta\theta$ minimo di 3K avremo un errore che da solo eguaglia il massimo errore ammesso sulla portata: 0,05.

Le variabili che possono influire molto sulla affidabilità e ripetibilità della misura sono la portata minima e la differenza di temperatura fra mandata e ritorno.

Per entrambe è necessario non andare al di sotto dei valori minimi ammessi per lo strumento impiegato, pena errori di misura anche notevoli.

Occorre, quindi, studiare il circuito nel quale dovrà essere installato il contatore, prediligendo l'adozione di circuiti a portata variabile e scegliendo un contatore che possa comunque garantire corrette letture anche per valori bassi di $\Delta\theta$.

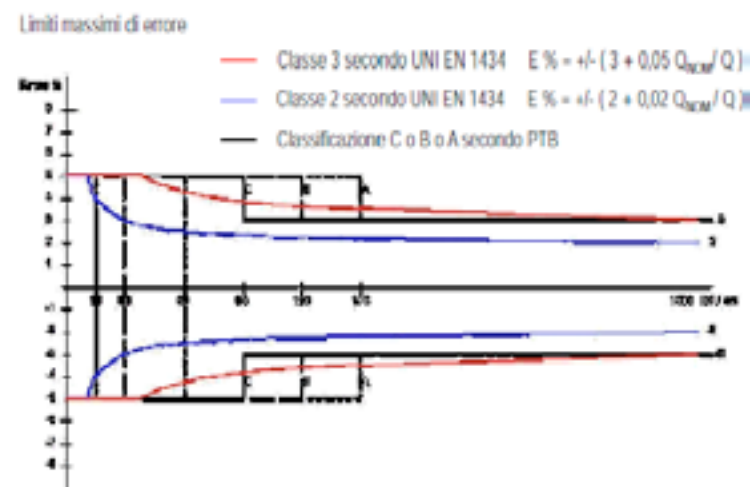


Figura 2. Grafico degli errori (da ANTA)



Figura 3. Misuratore di energia termica (Watts Industries)

Bibliografia

- Antonucci D.F., Cadorin M., Zecchin R., *Monitorare il sistema edificio-impianto: metodologie e aspetti applicativi*, Atti del 29° Convegno Nazionale AICARR, Padova 2012.
- Commission directive 2009/137/EC of 10 November 2009 amending Directive 2004/22/EC of the European Parliament and of the Council on Measuring instruments in respect of exploitation of the maximum permissible errors, as regards the instrument-specific annexes MI-001 to MI-005-OJL 294, 11 novembre 2009.
- European Parliament, Directive 2004/22/EC of The European Parliament and of the Council of 31 March 2004 on Measuring instruments, *Official Journal of the European Union*, 2004.
- Rossi N., *Manuale del termotecnico*, Hoepli, Milano 2009.
- UNI2007, *Contatori di calore. Installazione, messa in servizio, controllo e manutenzione*, Norma UNI EN 1434-3, Ente Italiano di unificazione, Milano.
- UNI2007, *Contatori di calore. Requisiti Costruttivi*, Norma UNI EN 1434-2, Ente Italiano di unificazione, Milano.
- UNI2007, *Contatori di calore. Requisiti Generali*, Norma UNI EN 1434-1, Ente Italiano di unificazione, Milano.
- UNI2007, *Contatori di calore. Scambio di dati e interfacce*, Norma UNI EN 1434-3, Ente Italiano di unificazione, Milano.

MOLTEPLICI OPPORTUNITÀ DI RISPARMIO. UNA SOLA SOLUZIONE GRUNDFOS BLUEFLUX®

La risposta ideale a qualsiasi sfida, consente alle aziende di iniziare a ridurre notevolmente e immediatamente i consumi di elettricità e le emissioni di CO₂



Meet the energy challenge **NOW**



Scoprite
Grundfos Blueflux®

be
think
innovate

GRUNDFOS

L'ieri, l'oggi e il domani della Vergati Srl

nel racconto del suo fondatore Bruno Vergati

La storia

La Società Vergati è stata fondata nel lontano 1975, anno in cui insieme a mia moglie Maria decisi di dare le dimissioni da un'azienda del settore per cominciare una nuova sfida fondando la **V.B. Vergati Bruno Ascensori**. Erano gli anni del *boom* economico. Nei primi tempi lavoravo da solo, durante il giorno installavo ascensori e alla sera andavo dai possibili clienti per proporre il mio prodotto. Poi iniziarono le assunzioni: il primo dipendente, il secondo, e così via fino ad oggi. **Nel 2011 abbiamo premiato i 18 dipendenti con almeno 10 anni di collaborazione.** È una grossa soddisfazione che il *turnover* in azienda sia molto basso.

I risultati della nostra *leadership* sono senzaltro basati sulla *mania* di continuare a reinvestire tutti gli utili in azienda. Nuovi macchinari e nuove tecnologie per ridurre i costi di produzione, aumentare la qualità dei prodotti e migliorare le modalità di lavoro dei nostri dipendenti. **Non abbiamo mai pensato di portare soldi all'estero, di giocare con la finanza, di fare cose che non appartengano al nostro business: l'ascensore.**

Il presente

Attualmente la nostra Società occupa oltre 40 persone ed è presieduta dal fondatore **Bruno** (Direzione Generale), dalla moglie **Maria** (Responsabile del Personale). Da un ventennio si sono inseriti i tre figli: **Nicola** (Responsabile Installazione e Produzione), **Pierluigi** (Responsabile Commerciale e Amministrativo), **Michele** (Responsabile Manutenzione e post-vendita) che ormai hanno messo in pratica gli insegnamenti del padre aggiornandoli al momento storico. Ecco che quello che prima era programmazione ora diventa flessibilità, quello che era tempistica differita ora diventa *just-in-time* e **alcuni valori fondamentali che non possono e non devono cambiare: lealtà, giustizia, correttezza nei pagamenti.**

Il cambio generazionale che blocca molte aziende venete è un problema da noi ormai superato.

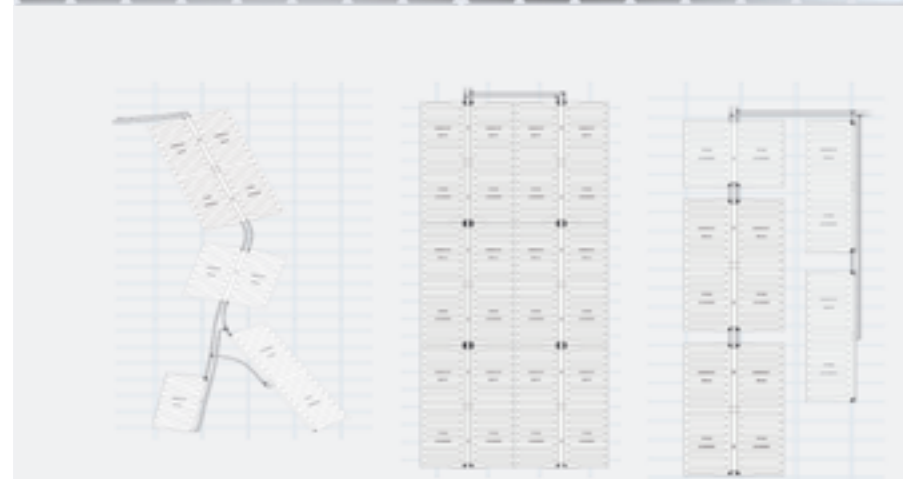
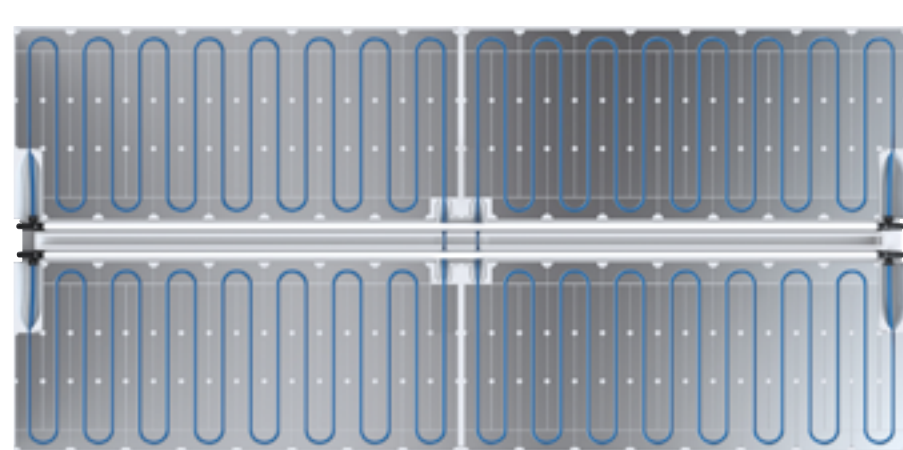
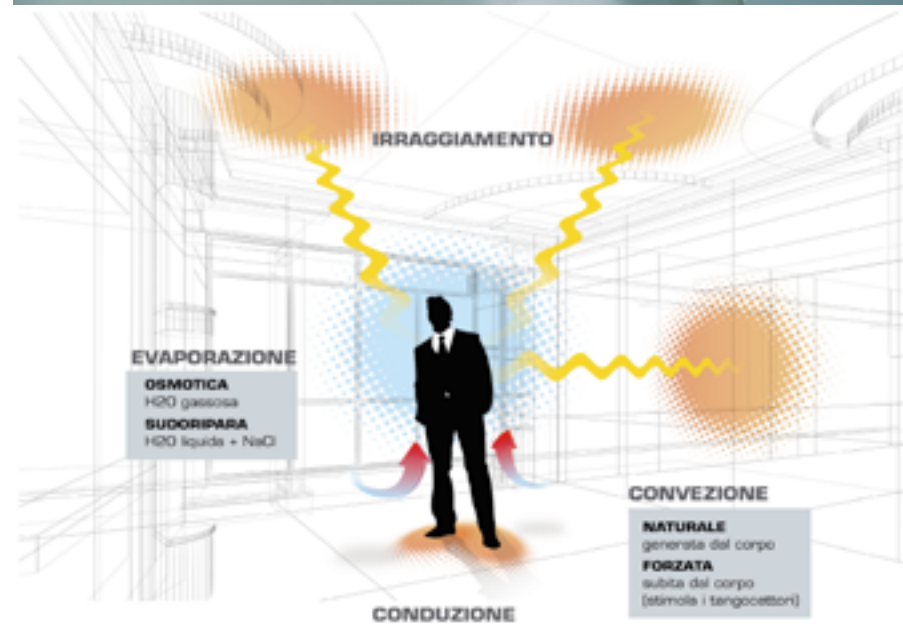
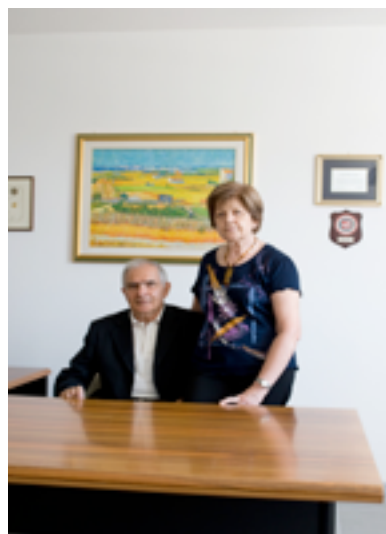
La zona di lavoro della nostra Società è essenzialmente il Veneto anche se non mancano alcuni lavori importanti al di fuori della nostra regione compiuti negli ultimi anni (il Museo del Palazzo Reale di Tripoli, un *resort* in Toscana, un monastero di Roma).

La nostra Società si è sempre distinta nel mercato nella capacità di riuscire a trovare una soluzione ai problemi posti dal Cliente. Oggi questo vuol dire produrre molto fuori standard, avere un ufficio di progettazione interno al passo con i tempi e dei tecnici installatori e manutentori preparati e formati per questa tipologia di impianti.

Il futuro

La nostra azienda guarda con fiducia al futuro. La nuova sede è una ventata di ottimismo verso il mercato. Nonostante il momento difficile del nostro settore siamo riusciti a mantenere il personale riconoscendo la valenza dell'essere imprenditore verso il proprio dipendente nonostante le difficoltà che imperversano nella nostra economia. Pertanto siamo pronti a ripartire verso i prossimi 35 anni con un semplice motto ... **l'importante è che l'ultimo ascensore installato porti la firma Vergati, poi può anche esserci il nulla ...**

Un progetto ambizioso in questi anni di crisi, così si può definire la nuova sede della Vergati Srl. Un passaggio comunque obbligato per l'Azienda che negli ultimi dieci anni ha avuto un costante aumento sia nel fatturato che nel numero di dipendenti. La precedente sede, inaugurata da circa 20 anni, era ormai diventata stretta per gli uffici e per la produzione.



I costi del radiante



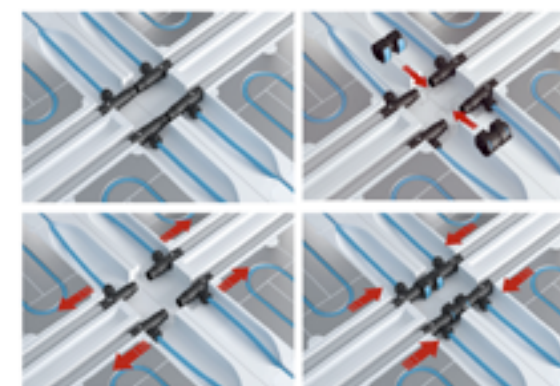
I grandi vantaggi dei sistemi radianti (comfort termico, risparmio energetico, estetica e più in generale benessere) dipendono molto dal fatto di essere terminali di tipo diffuso. Ciò richiede l'esigenza fisiologica del corpo umano di scambiare calore in modo uniforme. Il fatto di essere diffusi, anziché concentrati come termosifoni e fan-coil, fa sì che i pannelli radianti debbano però fare i conti con una maggiore incidenza dei costi di posa in opera.

Il sistema radiante Messana ray-magic offre, da questo punto di vista, importanti vantaggi grazie alle sue caratteristiche (brevettate a livello mondiale) che consentono un elevato livello di industrializzazione del processo installativo. Le dorsali scorrevoli contenute all'interno del pannello, infatti, permettono di collegare i pannelli l'uno all'altro direttamente, senza tubazioni esterne se non le linee di collegamento finale al collettore.

Possono essere collegati fino a otto pannelli in serie, garantendo un perfetto autobilanciamento e le connessioni fra un pannello e l'altro avvengono con raccordi reversibili a innesto rapido a pulsante che impediscono la realizzazione di connessioni errate. Tale caratteristica, già di per sé molto vantaggiosa, è poi combinata con la sottomodularità, la possibilità cioè di tagliare il pannello con una semplice taglierina in altre tre misure minori e renderlo così facilmente adattabile, direttamente in cantiere, alle differenti esigenze dimensionali.

Tutto il collegamento idraulico, fino al collettore principale compreso, viene quindi effettuato a mano libera, con l'aggiunta, per alcune funzioni specifiche, della sola cesoia e dello svasocalibratore. L'insieme di queste caratteristiche, in aggiunta all'elevata resa del pannello che può raggiungere i 125 W/m² lordo in freddo (certificati in laboratorio europeo) consente una rilevante diminuzione dei costi finali e una competitività effettiva con altre tecnologie analoghe o tradizionali.

MESSANA
air-ray conditioning



La cosmologia è una delle scienze più antiche e con caratteristiche distintive rispetto a ogni altra, perché tende a riflettere una metafisica più profonda, cercando di rispondere a domande di natura filosofica e teologica che l’umanità nel suo lungo cammino si è sempre posta. Il cosmo trasmette infatti in qualche modo l’idea dell’eternità, in quanto l’evoluzione dei fenomeni astronomici avviene generalmente in tempi immensamente più lunghi della vita umana

Per questo motivo il suo progresso si è sempre intrecciato con la storia dei miti e delle religioni, e il suo obiettivo di scoprire l’origine, lo sviluppo e la struttura dell’universo ne rivela il tentativo di comprendere la sua essenza più profonda

Attualmente la cosmologia è una della scienze più attive, caratterizzata dalla produzione di innumerevoli lavori scientifici e da un rapido progresso sostenuto da una messe straordinaria di dati osservativi ottenuti coi più sofisticati strumenti spaziali.

Nel XX secolo lo sviluppo di più potenti strumenti di osservazione unito alla nascita della teoria della relatività e della meccanica quantistica ha consentito all’astronomia di specializzarsi in un campo di ricerca fondato su basi puramente fisiche, separandosi così dalla ricerca filosofica

L’astrofisica è un indirizzo specifico della cosmologia le cui prime origini si collocano alla metà del XIX secolo con gli studi di Von Helmholtz, che cercò di spiegare coi principi della termodinamica la natura dell’energia radiante del Sole. Il suo compito è quello di comprendere come nascano, vivano e muoiano le stelle, le galassie e l’universo nel suo insieme, fornendo così una spiegazione scientifica dell’evoluzione cosmica sulla base delle leggi fisiche che la regolano

Il big bang e l’evoluzione della cosmologia

Lamberto Bertoli

La nascita della cosmologia moderna

La visione cosmologica moderna ha avuto le sue prime origini con la rivoluzione copernicana che ha modificato profondamente non solo la concezione dell’universo, ma quella dell’uomo che da protagonista del cosmo ne è diventato uno spettatore. Il pensiero greco aveva già anticipato col pitagorico Filolao e in seguito con Aristarco da Samo l’idea che la Terra orbitasse intorno al Sole, ma queste convinzioni non persuasero Tolomeo che pose la terra al centro dell’universo fondandosi sulla fisica aristotelica. Il geocentrismo tolemaico divenne una delle teorie più durature della storia della scienza, e derivò non solo da carenti concezioni fisiche che ignoravano la relatività del moto e il concetto di inerzia, ma anche dalla scarsa attenzione che il pensiero greco dedicò alla gravità. Essa non colpì la loro pur fervida immaginazione, e Aristotele ne spiegò gli effetti nei termini di una naturale tendenza di ogni corpo a tornare nel luogo destinato da una superiore gerarchia cosmica. Nella sua cosmologia la Terra e tutto quanto si trova sulla sua superficie occupava il gradino più basso, quindi veniva l’acqua, l’aria e il fuoco. Ogni corpo, cessata la perturbazione, tornava nel posto assegnato, per cui un proiettile tornava a terra e il fuoco saliva verso l’alto.

La concezione peripatetica di un universo chiuso e immutabile nella sua perfezione, in cui solo la Terra e il mondo sublunare erano soggetti a un naturale disordine, dominò per tutto il Medioevo, fino a quando non subì un’erosione dalla critica ispirata dalla riscoperta di testi classici che si ritenevano perduti per sempre. Di particolare importanza fu il recupero del poema di Lucrezio *De rerum Natura*, che avvenne nel 1417 nell’abbazia benedettina di Fulda ad opera di Poggio Bracciolini, segretario personale dell’antipapa Giovanni XXIII. Il ritrovamento mise per la prima volta gli umanisti a contatto diretto con la filosofia epicurea che si ispirava alla tradizione ionica attingendo la concezione atomista di Democrito e Leucippo. e le sue idee influirono profondamente sullo sviluppo delle concezioni filosofiche rinascimentali. Per quanto nel pensiero di Epicuro vi siano aspetti molto sottili non esprimibili con un’eccessiva semplificazione, possiamo ricordare in estrema sintesi che nell’opera lucreziana si considera la materia costituita da particelle indivisibili ed eterne. Esse sono infinite nel numero, ma limitate nella forma e nelle dimensioni e si muovono in uno spazio infinito, mentre ogni cosa prende origine da una deviazione da cui ha origine il libero arbitrio. La natura sperimenta senza sosta e il cosmo non è stato creato attorno agli esseri umani, che non sono affatto gli unici abitanti dell’universo. La società umana non ha mai conosciuto un’età dell’oro in cui prevalevano la pace e l’abbondanza, bensì è emersa da una lotta a tratti brutale per la sopravvivenza. Il maggior ostacolo al benessere dell’uomo non è il dolore, ma l’illusione. I sensi e tutto ciò che è riconducibile a essi costituiscono l’unico criterio oggettivo nella ricerca della verità. Si deve inoltre decisamente respingere lo studio della natura con spiegazioni aprioristiche di carattere metafisico, ricordando piuttosto che anche le questioni più complesse possono essere soggette a più interpretazioni.

Nel 1509 Raffaello dipinse il suo capolavoro *La scuola di Atene* nella stanza della Segnatura in Vaticano, e sotto l’ampio arco in cui si stagliavano le figure quasi sovrumane di Platone e Aristotele dipinse anche Epicuro. In questo modo intendeva affermare la dignità del suo pensiero, che poteva convivere in armonia con la dottrina cristiana meritando un’attenta discussione da parte dei teologi raffigurati nella parete opposta. Durante il Rinascimento papi e cardinali erano infatti molto interessati al recupero e allo studio delle opere antiche, e per questa attenzione la condanna dell’opera lucreziana avvenne solo con la Controriforma, quando la Chiesa romana, ormai assediata dal protestantesimo che l’aveva accusata proprio per questo di un ritorno al paganesimo, era certa solo della fedeltà di Italia e Spagna. La filosofia epicurea suscitò scandalo prima ancora dell’avvento del Cristianesimo, e già gli antichi romani diffidavano del suo rifiuto per l’impegno politico, per quanto persino un eminente statista come Giulio Cesare fosse attratto dalla sue idee.

Per questa ragione lo stoicismo fu nell’antichità la dottrina prevalente, al punto da diventare la filosofia ufficiale dell’impero romano. Questi sospetti spiegano perché le numerose opere d’ispirazione epicurea furono tra le prime a scomparire dalla storia durante la generale distruzione delle biblioteche avvenuta nei secoli oscuri. Si salvarono unicamente poche epistole di Epicuro e il *De rerum natura* grazie al suo cospicuo valore poetico, e nell’alto medioevo si conservavano nelle abbazie in tutto tre copie del poema. Gli effetti del ritrovamento furono rapidi e già il più grande filosofo del ‘400, il cardinale Niccolò Cusano (1401-1464), riaffermò l’idea già anticipata dal pitagorico Filolao di un universo infinito, mentre più tardi Bernardino Telesio, cristiano devoto ma aperto alle

dottrine epicuree, ribadì il concetto lucreziano che la natura opera secondo i suoi stessi principi.

Epicuro fu apprezzato da importanti autori fra i quali Lorenzo Valla, San Tommaso Moro, Pierre Gassendi, Isaac Newton, Baruch Spinoza, Francesco Bacone e Charles Darwin. Francesco Bacone diffidava infatti delle premature generalizzazioni, insistendo piuttosto sul ruolo fondante dei duri fatti per la costruzione del pensiero scientifico, al punto da essere stato il primo a comprendere che anche un solo esperimento negativo è più importante di una messe di positivi che ne confermano le assunzioni teoriche. William Shakespeare si ispirò pure al pensiero epicureo nelle sue tragedie in cui il caso, il malinteso e l’inganno ne costituiscono elementi fondanti. Ma è soprattutto in Giordano Bruno che la filosofia epicurea, ma anche pitagorica e parmenidea, esprime le sue più alte potenzialità, consentendo di fondare la nuova concezione del cosmo in cui si riaffermava ampliandola nei suoi contenuti la sua infinità, e nel *De Infinito* troviamo il celebre passo: *Uno dunque è il cielo, il spacio immenso, il seno, il continente universale, l’eterea ragione per la quale il tutto scorre e si muove. Ivi innumerevoli stelle, astri, globi, soli e terre sensibilmente si veggono, et infiniti ragionevolmente si argomentano. L’universo immenso et infinito è il composto che risulta da tal spacio e tanti compresi corpi*. Nel *De Infinito* Bruno dichiara il proprio debito nei confronti del divino Cusano, che nel *De docta ignorantia* già nel 1440 aveva sostenuto che la Terra è una stella mobile e che il cosmo è una sfera infinita avente il suo centro dappertutto e la sua circonferenza in nessun luogo. Nelle opere di Giordano Bruno le stelle sono immaginate costituite dalla stessa materia che ritroviamo sulla Terra, mentre viene destituita di ogni fondamento l’esistenza delle sfere cristalline che per millenni avevano regolato il moto dei corpi celesti nell’astronomia greca e persino in quella copernicana. In Copernico era infatti presente l’ispirazione neoplatonica dell’Accademia di Marsilio Ficino che considerava il Sole come il centro energetico dell’Universo. L’influenza del neoplatonismo è pure visibile in una delle opere più

significative del Rinascimento: la *Prima vera* di Sandro Botticelli. I critici d’arte, ma anche i non specialisti, sono concordi nell’ammirare la bellezza delle figure femminili raffigurate in questo capolavoro, reputandole fra le più alte mai espresse nella storia della pittura. Nella cosmologia bruniana neanche il Sole è al centro del cosmo, e le stelle sono altrettanti soli, anche se immensamente più lontane. Attorno alle stelle orbitano pianeti che possono pure ospitare la vita, mentre la Terra è un organismo vivente. In questo modo Bruno anticipò l’ipotesi Gaia di James Lovelock degli anni ‘80 del XX secolo. Le leggi fisiche del nostro pianeta sono le stesse che governano le stelle e l’universo è energetico e autoconsistente. Le sue idee incontrarono immediatamente l’ostilità degli aristotelici e Ticho Brahe, il più

grande astronomo dell’epoca, le liquidò come pure sciocchezze. Si deve tuttavia aggiungere che le sue opere, alcune scritte in italiano e altre in latino per i dotti, malgrado questi contrasti, si diffusero rapidamente in Europa, al punto che il cardinale Francesco Del Monte, fratello del marchese Guidobaldo protettore di Galileo, ne era un attento studioso. Il prelato era il mecenate di Caravaggio, e aveva istituito un cenacolo di intellettuali in cui si discutevano le opere di Bruno. Il sommo pittore, che aveva un’affinità psicologica col filosofo, essendo anch’egli un iconoclasta convinto che dagli eroici furori nascano le grandi visioni del pensiero, partecipò a questi dibattiti e il vento di queste nuove idee ebbe un’influenza sulla sua arte. Da Caravaggio è nata la pittura moderna, e in essa ritroviamo elementi del pensiero bruniano, allo stesso modo che in Botticelli si riflette la filosofia neoplatonica. La nuova cosmologia già all’inizio del Seicento aveva incontrato numerosi sostenitori, e Keplero da queste concezioni potette ricavare le sue leggi, mentre lo stesso Cartesio era interessato a verificare l’esistenza di animali sulla luna attraverso un potente telescopio che avrebbe dovuto essere costruito da un suo amico valente artigiano.

Fu così accettata dagli astronomi l’idea di un universo infinito e nello stesso periodo cominciò a farsi strada la convinzione che altri pianeti potessero ospitare forme di vita. Restava allora da spiegare cosa mantenesse insieme gli astri e già nel 1600 William Gilbert

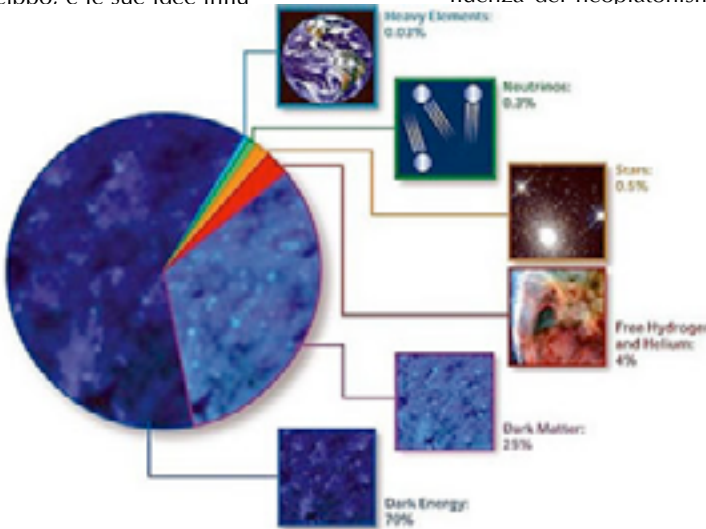
nel suo *De Magnete* ipotizzò che la Terra fosse un grande magnete spianando così la strada all’idea che fra i corpi celesti potessero esercitarsi forze a distanza. Per questo motivo l’attenzione dei fisici cominciò a spostarsi su queste forze e in particolare sulla gravità terrestre.

Galileo fu il primo a chiedersi come fosse possibile la trasmissione di forze a distanza senza alcun contatto, e riuscì a misurare l’azione della gravità comprendendo che l’azione frenante dell’aria sul moto dei corpi ne nascondeva la vera traiettoria, determinando così la legge di caduta dei gravi. La definitiva catastrofe della visione cosmologica aristotelico tolemaica avvenne infine nel gennaio del 1610, quando Galileo puntò il telescopio da lui stesso costruito sulla Luna e su Giove, osservando così le impreviste montuosità del nostro satellite, e dimostrando l’esistenza di corpi celesti, da lui chiamati pianeti medicei, che orbitavano intorno a Giove, e non attorno alla Terra. L’immediato successo editoriale del *Sidereus Nuncius* in cui venivano annunciate queste scoperte, conferma l’estrema attenzione del pubblico colto per la nuova scienza che si stava profilando in quegli anni.

Il genio scientifico e filosofico, ma anche letterario, di Galileo aprì la strada a un altro genio di tipo analitico: Isaac Newton (1642-1727). La leggenda vuole che durante una notte di luna piena, nel 1666, Newton fosse steso sotto un melo quando un frutto lo colpì al capo. In quell’istante comprese che anche la Luna doveva essere sottoposta alla forza di gravità della Terra. A quel tempo si sapeva già in modo approssimativo la distanza fra il nostro satellite e la Terra, come pure entrambe le loro dimensioni, per cui era già possibile spiegare il moto della Luna e la sua accelerazione centripeta, ammettendo che la forza di gravità diminuise col quadrato della distanza dal centro della Terra. Fu così che in quei giorni Newton scoprì la legge di gravitazione universale che segnerà profondamente l’intero sviluppo scientifico. Essa assumeva la coincidenza della massa inerziale con quella gravitazionale, e la sua teoria si limitava a prenderne atto senza spiegarla. Sarà in seguito Einstein a concludere che essa è il riflesso di una più generale equivalenza tra gravità e accelerazione. Joseph Louis Lagrange (1736-1813) ammirò profondamente la sua opera, al punto da scrivere che *esistendo un solo universo da spiegare, nessuno potrà ripetere ciò che ha fatto Newton, il più fortunato dei mortali*. Lo stesso Einstein, pur proponendo una modifica alla teoria di Newton, non si esimerà da un deferente riconoscimento della sua opera nella sua autobiografia scientifica: *e ora basta, Newton, perdonami; tu hai trovato la sola via che, ai tuoi tempi, fosse possibile per un uomo di altissimo intelletto e potere creativo. I concetti che tu hai creato guidano ancora il nostro pensiero nel campo della fisica, anche se ora noi sappiamo che dovranno essere sostituiti con altri assai più discosti dalla sfera dell’esperienza immediata, se si vorrà raggiungere una conoscenza più profonda dei rapporti tra le cose*.

La legge di gravitazione universale consentiva di introdurre un concetto molto importante dell’astronomia che consiste nella velocità di fuga. Le forze gravitazionali sono sempre attrattive, per cui ogni corpo genera un campo gravitazionale che produce un’energia potenziale negativa nei corpi soggetti alla loro influenza. Per allontanare a una distanza infinita una massa soggetta all’attrazione della Terra, e raggiungere così un’energia potenziale nulla, è pertanto necessario che il corpo possieda un’energia cinetica in grado di eguagliare in valore assoluto la sua energia potenziale negativa. La velocità di fuga, che per la Terra corrisponde a circa 11,2 km/s, è quella che consente a un corpo di avere un’energia meccanica nulla, perché in questo modo l’energia cinetica positiva eguaglia l’energia potenziale negativa. La velocità di fuga dipende dalla massa dei corpi e dalla loro densità, per cui il Sole, avendo una massa pari a 332mila volte quella della Terra, determina una velocità di fuga di 618 km/s. Le stelle di neutroni, relitti di stelle giganti aventi una massa paragonabile a quella del Sole ma con un diametro di soli 20 km, producono una velocità di fuga è molto più elevata, che sale a circa 140mila km/s.

Già nel 1783 il reverendo John Michell e nel 1796 Pierre Simon de Laplace portarono alle estreme conseguenze il concetto di velocità di fuga, ipotizzando l’esistenza di stelle nere aventi una velocità di fuga superiore a quella della luce, che Ole Rømer nel 1676 aveva per primo stimato in circa 214mila km/s. Queste ipotesi nascevano dalla concezione corpuscolare della luce ed ebbero un lungo periodo di ibernazione perché, oltre a non poter essere confermate sperimentalmente, non era ancora possibile giustificare l’esistenza di corpi così estremi.



La nascita dell’astrofisica contemporanea

Nei primi anni del XX secolo nacquero due nuove teorie che costituiranno quello che Thomas Kuhn chiamerà *mutamenti di paradigma*: la nascita della teoria della relatività e della meccanica quantistica. La teoria della relatività ristretta del 1905 non contiene riferimenti alla forza di gravità e rappresenta il punto di partenza per la relatività generale del 1915 che diventerà la più avanzata teoria della gravitazione universale di cui disponiamo.

Nella fisica di Galileo e Newton lo spazio e il tempo sono grandezze indipendenti l’una dall’altra e le coordinate spaziali sono misurate da tre numeri, mentre il tempo da uno solo. Per questa ragione la distanza che separa due punti è indipendente dall’osservatore, così come il tempo che fluisce per qualsiasi osservatore dal passato al futuro.

Questa successione irreversibile degli eventi è chiamata causalità. Non esistono limitazioni alla velocità dei corpi e due orologi perfettamente sincronizzati potranno battere in perfetta simultaneità. Queste caratteristiche di assolutezza dello spazio e del tempo non erano condivise da Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716), che Kurt Gödel definirà il più grande filosofo del Novecento, il quale al contrario era convinto che spazio e tempo avessero significato solo in relazione alla materia in essi contenuta.

Due secoli più tardi Einstein riprenderà le idee di Leibniz provando che spazio e tempo dipendono dalla velocità dell’osservatore che ne effettua la misura. Pochi anni dopo, lo spazio e il tempo assoluto di Galileo e Newton si fonderanno con Hermann Minkowsky (1864-1909) in un’unica realtà: lo spazio-tempo quadrimensionale. Fu proprio questa fusione a dare il primo colpo alla concezione classica dello spazio e del tempo. Una simile struttura altera profondamente la relazione di causalità perché ogni evento divide lo spazio tempo in due regioni: la regione degli eventi che lo hanno influenzato e il luogo degli eventi che esso influenzerà.

La relatività generale è una trattazione matematica della gravitazione e dal punto di vista storico è una delle poche teorie che possono essere attribuite allo sforzo di un solo uomo. I primi passi di questa formulazione vennero compiuti da Einstein nel 1907 rielaborando il principio di equivalenza.

Questo principio afferma l’equivalenza della massa inerziale e della massa gravitazionale. Per questo motivo, immaginando di trovarsi a bordo di un’astronave accelerata, è impossibile distinguere gli effetti dell’accelerazione da quelli della gravitazione. Se ora un fascio luminoso viene proiettato perpendicolarmente alla traiettoria del veicolo, l’accelerazione produce una flessione del raggio luminoso e lo stesso deve avvenire se l’effetto è dovuto alla gravità. Perciò anche la gravitazione deve influenzare un raggio luminoso deviandone la traiettoria.

Da queste premesse Einstein approfondì il problema della gravitazione nel 1912 e con l’aiuto del suo amico Marcel Grossmann iniziò la costruzione di un nuovo rapporto tra geometria e fisica che è alla base di una nuova visione dell’universo. Con questi lavori fu in grado di prevedere l’esatto valore della precessione del perielio di Mercurio.

La teoria generale della relatività consiste in un apparato matematico di dieci equazioni differenziali di secondo grado e comporta previsioni di fenomeni che sarà lo stesso Einstein a individuare. Il primo esperimento venne svolto durante l’eclisse solare del 1919 per confrontare la posizione di alcune stelle in presenza e in assenza del Sole sulla traiettoria delle radiazioni da esse inviate verso la Terra. Il risultato fu che le stelle apparivano effettivamente spostate dalla posizione occupata in assenza del Sole.

Il secondo esperimento partiva dall’assunto newtoniano che un pianeta isolato dovesse muoversi in un’orbita fissa nello spazio, e solo in presenza di altri corpi tale ellisse avrebbe potuto ruotare lentamente nello spazio.

Nel 1850 Jean-Urbain Le Verrier aveva mostrato che il perielio di Mercurio presentava delle leggere anomalie che non potevano essere spiegate con la meccanica newtoniana e si ipotizzò per questo l’esistenza di un nuovo pianeta, chiamato Vulcano, posto tra Mercurio e il Sole, che tuttavia non fu mai confermata da alcuna osservazione astronomica. Sarà soltanto con la teoria generale della relatività che l’avanzamento del perielio di Mercurio e di tutti gli altri pianeti verrà spiegato come il moto libero di un corpo in uno spazio incurvato dalla presenza della grande massa del Sole. La teoria forniva un valore per tale avanzamento che risultò essere in perfetto accordo con quello dei dati sperimentali.

Il terzo esperimento è lo spostamento della frequenza della ra-

diazione luminosa verso il rosso quando la radiazione è immersa in un campo gravitazionale. L’effetto della massa solare è tuttavia troppo debole perché possa essere rilevato dagli attuali strumenti, mentre per le stelle più dense, come le nane bianche, l’effetto è mascherato dal loro intenso campo magnetico. Tuttavia, poiché il *red-shift* delle righe spettrali può essere interpretato come la versione luminosa del rallentamento del tempo in un campo gravitazionale, è stato possibile effettuare nel 1976 un esperimento equivalente con due orologi atomici di estrema precisione. In quegli anni alcuni fisici della Harvard University riuscirono a misurare lo scostamento temporale segnato da due orologi atomici posti uno a terra e l’altro a bordo di un aereo in volo. La differenza tra i due orologi atomici era in perfetto accordo con le previsioni della teoria generale della relatività.

Anche se questa verifica giunse molto più tardi delle altre due, fu sufficiente la conferma della deviazione della radiazione luminosa nel 1919 per conferire a Einstein una consacrazione internazionale, valicando i ristretti limiti degli addetti ai lavori. Fu così che egli divenne l'icona stessa dello scienziato e al suo arrivo in America in fuga dal nazismo venne accolto dalle autorità come un capo di Stato, mentre la stampa gli riservò attenzioni analoghe a quelle di un divo del cinema. L’unicità di Einstein è certamente dovuta al suo essere latore di una nuova concezione dell’universo confermata dalle osservazioni ma espressa in un sacrale linguaggio matematico suscettibile di essere trascritto nella lingua profana; gli astri hanno sempre avuto un posto nei sogni e nei miti dell’uomo perché rendono manifesto un ordine al di là di ogni possibile controllo umano e per la stessa ragione anche a Newton vennero attribuiti grandi onori ed esequie di Stato.

Vi è tuttavia una causa più riposta che spiega le ragioni dell’improvvisa fama del dottor Einstein. Egli era un visionario che non insegnava un nuovo ordine dalla cattedra di una prestigiosa università, bensì nella veste di impiegato di III classe dell’Ufficio Brevetti di Berna. Al momento della pubblicazione della teoria della relatività ristretta egli era uno sconosciuto che aveva smentito le massime autorità accademiche, dimostrando di vedere più lontano dei più insigni scienziati del suo tempo. Per questo motivo fu ammirato dalla gente comune, mentre la comunità scientifica ebbe reazioni più pacate e in qualche caso malevole. Mentre Hermann Weyl dichiarava l’opera di Einstein *uno dei più luminosi esempi della potenza del pensiero speculativo*, il fisico Henri Bouasse così commentava il successo della teoria di Einstein: *La ragione di questa gloria, che considero effimera, è che la teoria di Einstein non fa parte delle teorie fisiche: essa è un’ipotesi metafisica che, al di là di tutto, risulta incomprensibile... Alla fine toccherà a noi, fisici sperimentali, dire l’ultima parola: accetteremo quelle che ci permetteranno di lavorare e rifiuteremo quelle che non possono essere comprese e che quindi non ci interessano*.

Le ragioni di questa ostilità non devono essere imputate unicamente a una, comprensibile, invidia, ma piuttosto a due diverse concezioni della scienza le cui origini risalgono al tempo della sua stessa fondazione. Per la sensibilità di uno sperimentatore il valore di un fisico dipende dalla precisione delle misure effettuate e dall’abilità con la quale riesce a inventare nuovi strumenti in grado di aprire nuove frontiere alle conoscenze scientifiche, al contrario i teorici hanno per laboratorio unicamente la propria mente e in linea di principio il loro livello non è influenzato da particolari competenze nell’uso degli strumenti scientifici. Per questo motivo furono proprio i matematici i primi ad apprezzare e studiare l’opera di Einstein, al punto da fargli temere che David Hilbert potesse usurpargli la teoria della relatività con approfondimenti ispirati dalle sue superiori conoscenze analitiche.

Già nel dicembre del 1915 Karl Schwarzschild, giovane fisico matematico che prestava servizio come volontario nell’armata prusiana, inviò ad Einstein un manoscritto nel quale risolveva il problema della descrizione del campo gravitazionale creato da una massa sferica nel vuoto. Einstein rispose con le seguenti parole: *non mi aspettavo che per tale problema potesse essere formulata una soluzione esatta. Il vostro procedimento analitico mi sembra splendido*. Purtroppo nello stesso periodo di questo scambio epistolare Schwarzschild contrasse una polmonite e morì nel maggio 1916. La trattazione rappresenta un’ottima descrizione del campo gravitazionale e non dipende dal tipo di stella ma unicamente dalla sua massa. Schwarzschild scoprì una distanza critica al di sotto della quale si produceva una singolarità che rendeva molto pro-

blematica la descrizione del campo gravitazionale. Questa distanza critica viene oggi chiamata raggio di Schwarzschild e per una massa simile a quella del Sole, ammonta ad una sfera del raggio di tre chilometri

Nel 1920 Alexander Anderson si chiese cosa sarebbe accaduto a una stella di dimensioni vicine a quelle del raggio di Schwarzschild, e la risposta fu una ripetizione delle conclusioni di Michell e Laplace. La teoria generale della relatività è stata determinante per la nascita dell’astrofisica moderna, consentendole di raggiungere un grado di raffinatezza e rigore sufficienti a permettere un’indagine sui primissimi istanti dell’universo.

Con la relatività generale si poterono costruire i primi modelli del cosmo e Einstein stesso si rese conto che la sua teoria originaria non poteva permettere un modello di universo statico. Per ovviare a questo inconveniente introdusse nelle sue equazioni una costante cosmologica che nelle sue intenzioni doveva essere in grado di rendere statico l’universo nel suo insieme. Sir Arthur Eddington nel 1930 si accorse tuttavia che anche questa costante non avrebbe comunque potuto rendere statico l’universo, perché l’avrebbe reso gravitazionalmente instabile.

Utilizzando tale teoria per estrapolare le condizioni iniziali, si è dedotto che il cosmo è nato da una regione incredibilmente piccola, densa e calda priva di qualsiasi struttura a scala più grande delle singole particelle elementari. Anche se il comportamento previsto dalla teoria è regolato solo dalla relatività generale, dal modello standard della fisica delle particelle e dalle modalità di distribuzione dell’energia previste dalla termodinamica di base, sembra descrivere in modo adeguato i primi istanti di vita del cosmo.

Il *big bang* generò un universo composto quasi interamente da idrogeno ed elio, con qualche traccia di litio. Il deuterio venne sintetizzato solo nei primi istanti di vita del cosmo e rappresenta un marcatore particolarmente importante. Il rapporto fra atomi di deuterio e atomi di idrogeno dipende fortemente sia dall’uniformità, sia dalla quantità totale di materia formatasi nel *big bang*. Quando il cosmo aveva l’età di un solo secondo, la sua temperatura era di oltre 10 miliardi di Kelvin e con quella energia le particelle subatomiche come neutroni e protoni si trasmutavano continuamente le une nelle altre, eccitate dalle interazioni con gli abbondantissimi elettroni. I neutroni non tuttavia leggermente più pesanti dei protoni e per questo molto meno stabili, per cui la materia si assestò principalmente sotto forma di protoni. Di conseguenza, quando la temperatura scese al di sotto dei 10 miliardi di Kelvin, la trasmutazione cessò, e i protoni erano in quell’istante circa sette volte più abbondanti dei neutroni. Quando l’universo aveva un’età di alcuni minuti e una temperatura di circa un miliardo di Kelvin, protoni e neutroni iniziarono a unirsi per formare i nuclei. Ciascun neutrone trovò un partner protonico, dando origine a una coppia chiamata deuteroni, e a loro volta i deuteroni si accoppiarono per formare nuclei di elio. A questo punto la densità dell’universo era ormai diventata troppo bassa per consentire a ulteriori reazioni di fusione di sintetizzare elementi più pesanti nel tempo disponibile. Sei protoni su sette rimasero isolati e il modello del *big bang* assume perciò che circa un quarto della massa della materia normale dell’universo sia costituito da elio e gli altri tre quarti di idrogeno, e questa previsione è in ottimo accordo con le osservazioni.

Da quando fu proposta per la prima volta da George Gamow nel 1948 l’idea di una nascita esplosiva ha dovuto continuamente confrontarsi con altre teorie sull’origine dell’universo, ma ha sempre vinto. Nei decenni successivi il modello è stato perfezionato da altri, e utilizzando la relatività generale e altre leggi fisiche fondamentali, la teoria del *big bang* caldo nella sua forma attuale fa risalire la nascita del cosmo a circa 13,77 miliardi di anni fa, e fornisce indicazioni precise riguardo all’universo attuale. Prevede la formazione di nuclei e le abbondanze relative di alcuni elementi chimici, nonché l’esistenza e l’esatta temperatura della radiazione di fondo a microonde. La previsione della radiazione fossile, fatta da Ralph A. Alpher dello Union College e Robert Herman dell’Università del Texas ad Austin, fu confermata nel 1964 da Arno A. Penzias e Robert W. Wilson dei Bell Laboratories.

Nonostante i suoi successi, la teoria del *big bang* caldo non riesce a spiegare molte delle caratteristiche del cosmo. Per esempio, l’universo attuale include regioni che in questo modello non possono essere state in comunicazione tra loro per la massima parte della sua storia. Queste regioni si stanno allontanando l’una dall’altra a una velocità tale da far ritenere che lo spazio che le separa sia stato, per quasi tutta la vita dell’universo, superiore alla distanza orizzonte, che corrisponde al percorso totale che un segnale lu-

minosio avrebbe potuto compiere dal momento della sua nascita. La questione dell’orizzonte rende difficile spiegare la stupefacente uniformità della radiazione cosmica di fondo.

C’è poi il problema della curvatura nulla. Il modello del *big bang* caldo implica che la curvatura dell’universo si accentui progressivamente al passare del tempo, ma le osservazioni rivelano che la geometria della parte del cosmo osservabile è estremamente piatta. L’universo potrebbe presentare una simile piattezza solo se al suo inizio fosse già stato quasi esattamente piatto e molti cosmologi reputano profondamente innaturale una discrepanza tanto piccola. Forse ancora più grave è il fatto che il modello del *big bang* caldo non riesce a spiegare in modo adeguato l’origine delle strutture di grande scala, quali le galassie.

Diversi ricercatori, in particolare Edward R. Harrison dell’Università del Massachusetts e Yakov B. Zel’dovich dell’Istituto per i problemi di fisica di Mosca, hanno proposto una parziale giustificazione, dimostrando come si possano formare strutture di grande scala a partire da piccole fluttuazioni della densità di materia in un universo primordiale altrimenti omogeneo. Ma l’origine di queste fluttuazioni resta del tutto ignota ed esse devono essere assunte come condizioni iniziali.

Nel 1980 Alan H. Guth del Massachusetts Institute of Technology suggerì una convincente alternativa alla necessità di ipotizzare condizioni iniziali tanto speciali. La sua proposta, conosciuta con il nome di modello dell’universo inflazionario, è simile a quello del *big bang* caldo, tranne che per un punto essenziale: lo schema di Guth per l’inizio dell’universo include un primo, brevissimo periodo di espansione straordinariamente rapida. Questo processo, chiamato inflazione, sarebbe durato per un tempo incredibilmente breve, e in questo istante le dimensioni dell’universo sarebbero aumentate da una misura molto inferiore a quella di un nucleo atomico, a un metro circa. Secondo la sua teoria la velocità dell’inflazione sarebbe stata superiore a quella della luce, e questo assunto non contraddice la teoria della relatività, perché sarebbe lo spazio stesso ad essersi espanso ad una velocità superluminale. L’inflazione di Guth è una brevissima discontinuità all’interno del modello del *big bang* caldo ma è sufficiente a ridimensionare molti dei problemi di cui abbiamo parlato. Essa risolve il problema dell’orizzonte, perché l’universo osservato deriverebbe da una regione abbastanza piccola da permettere in ogni momento la comunicazione tra le sue parti. Viene spiegato il problema delle variazioni di densità, perché questo scenario prevede che la subitanea espansione abbia congelato le fluttuazioni quantistiche che sarebbero state il seme per la formazione di strutture di grande scala.

Fin dalla sua pubblicazione, il modello del *big bang* ottenne l’approvazione di papa Pio XII, che affermò il suo pieno accordo con la *Genesi*. Pio XII fu il pontefice più citato dal Concilio Vaticano II e, oltre ad essere un uomo di profonda cultura, aveva un grande rispetto per il pensiero scientifico; accettando la teoria del *big bang* ribadiva la compatibilità fra fede e scienza. La scienza infatti non nega il trascendente, perché si limita a sospendere il proprio giudizio su ogni affermazione che non sia suscettibile di un controllo sperimentale.

Il pensiero scientifico tuttavia è nato dall’integrazione compiuta da Galileo di due visioni di pensiero molto diverse: l’*ouranos* platonico di derivazione pitagorica e parmenidea, e la *khthon* dei fisici della scuola ionica, di cui era erede il *De Rerum Natura*. Alcuni elementi della visione epicurea sono quindi presenti nel pensiero scientifico, distinguendo così la scienza dalla fede senza tuttavia porsi in contraddizione con essa. Apprezzando la scienza, Pio XII ha così confermato l’onestà intellettuale dei suoi fondamenti, compresi quelli ispirati alla scuola ionica.

Galileo fu il primo a comprendere che queste due tradizioni fra loro antagoniste erano conciliabili. Platone invece non citò mai nei suoi dialoghi il contemporaneo Democrito, mentre Epicuro non si opponeva allo stoicismo, ma proprio a Platone e al primo Aristotele. Eppure queste due visioni così apparentemente lontane e reciprocamente ostili hanno potuto fondersi nella scienza moderna, dimostrando di essere complementari e necessitanti. Al contrario, ogni tentativo di accordare la teoria generale della relatività con la meccanica quantistica ha generato conseguenze inaccettabili per il senso comune, al punto che la loro unione è stata definita un matrimonio sotto la minaccia del fucile. Attualmente non sappiamo ancora quale delle due teorie sia la più fondamentale, e sarà proprio la cosmologia che studiando la materia nelle condizioni più estreme, potrà aprire la strada verso una teoria unitaria in grado di comprenderle entrambe. •

Sugli antichi principi di sana economia oggi disattesi

Titti Zezza

È stata certamente la crisi economica e finanziaria che attanaglia di questi tempi pubblico e privato ad aver suggerito ai rispettivi Autori l'argomento trattato nei due interessanti libri di recente pubblicazione: *Artigiani, visionari e manager. Dai mercanti veneziani alla crisi finanziaria* di Giorgio Brunetti, edito da Bollati Boringhieri e *Partita doppia: come i mercanti di Venezia crearono la finanza moderna* di Jane Gleeson-White, editore Marsilio. Già dal titolo si evince che entrambi i testi hanno in comune una visione storica dell'economia, ritenuta necessaria per comprendere le attuali difficoltà ma anche per ipotizzare un futuro di ripresa. In particolare nell'uno e nell'altro viene focalizzato un particolare momento della storia economica del nostro Paese, corrispondente ai secoli XV e XVI quando si diffuse l'applicazione di principi che sono propri anche della contabilità contemporanea nonché della attuale scienza aziendale. Per esempio la cosiddetta partita doppia che ancor oggi costituisce un caposaldo della finanza.

Questa è nota anche come metodo veneziano probabilmente per la rapida divulgazione che essa ebbe a partire da Venezia in quei secoli centro mondiale del commercio dei libri e dove ferveva un'intensa attività editoriale dovuta alla recente ideazione della stampa a caratteri mobili. È infatti proprio nella città lagunare che nel 1494 il frate francescano Luca Pacioli dà alle stampe in duemila copie la prima pubblicazione di aritmetica, vale a dire quella sua *Summa de arithmetica*, geometria, proportioni et proportionalità in cui egli rende note in una sezione intitolata *Tractatus de computis et scripturis* le modalità di registrazione delle entrate e delle uscite, dei debiti e dei crediti da applicarsi ai bilanci. Era quella una tecnica contabile che permetteva ai mercanti di stabilire se da un'operazione commerciale si traeva un profitto o si sopportava una perdita. Alcuni storici nutrono perplessità sull'attribuzione a Luca Pacioli della paternità di questo metodo poiché a Genova e Firenze, secondo documenti oggi a disposizione, già in precedenza i mercanti applicavano una contabilità d'impresa. Venezia, però, «godeva di una reputazione di maestra per tutta l'Europa in fatto di registrazione e contabilità. I suoi insegnanti professionali di contabilità erano giunti ad un livello di raffinatezza e di stilizzazione delle voci tale da rendere più facili i riscontri e il calcolo aritmetico»; a ciò si aggiunga la flessibilità del metodo veneziano «che consentiva al mercante di regolare, quando ne avvertiva il bisogno, in modo semplice e realistico i profitti e le perdite, mentre teneva una registrazione chiara e accurata delle sue obbligazioni e dei suoi debitori». Fatto sta che la *Summa de Arithmetica* procurò grande fama a quel frate umanista dalla vasta cultura, matematico e filosofo. Grazie a lui la partita doppia, che era fondata sul principio che «mai non si deve mettere in dare che quella ancora non si ponga in avere», si diffuse ampiamente. Pacioli esigeva che debiti e crediti fossero registrati per quello che erano mentre spesso gli attuali economisti suoi epigoni «hanno creduto possibile farli sparire dirottandoli nello shadow banking, nel sistema bancario ombra o manipolando gli attivi a piacimento».

Era quello il primo germoglio della scienza del controllo sistematico della gestione delle imprese, ancor oggi il cuore della ragioneria moderna, che se rigorosamente applicato produce in ogni epoca risultati virtuosi. Altri germogli di management e di ragioneria, sottolinea Brunetti nel suo libro, si svilupparono nella seconda metà del Cinquecento anche nel contesto dell'Arsenale di Venezia, complessa organizzazione imprenditoriale che dava lavoro a circa cinquemila persone. Essa può ritenersi un prototipo della moderna industria con i medesimi problemi tecnici di oggi dove cominciava a emergere la consapevolezza del costo di produzione per abbattere il quale si usavano leve appropriate.

La *Summa de Arithmetica*, che sintetizzava la Matematica del Medioevo, si può considerare una vera enciclopedia del sapere matematico dell'epoca e per tutto il Cinquecento fu punto di riferimento per tutti coloro che avevano a che fare con i problemi della mercatura. Mercanti e uomini di banca erano allora in grado di leggere la trattazione di temi economici in chiave scientifica evidenziando una superiorità culturale rispetto ai loro concorrenti europei. Già a cavallo tra il dodicesimo e tredicesimo secolo il pisano Leonardo Fibonacci aveva messo a disposizione dei mercanti, al cui ceto anch'egli apparteneva, i nuovi metodi aritmetici che aveva appreso in Tunisia, offrendo un contributo rilevante per la tenuta della contabilità, per la conversione di pesi e misure, per il calcolo degli interessi e per il cambio delle monete. Il suo Liber Abaci, riscoperto dalla matematica finanziaria in tempi moderni, introdusse in Occidente la cosiddetta numerazione indiana che noi conosciamo come numerazione araba e che per suo merito sostituì quella romana. Oggi Fibonacci e Pacioli, che assimilerà nel suo testo le nozioni diffuse dal primo, vengono considerati i padri della finanza moderna, ma ai loro tempi essi si rivolgevano con i loro scritti a quei mercanti, letterati, matematici, uomini di chiesa che facevano parte di una medesima classe dirigente. Era un ceto ristretto, ma omogeneo, nell'ambito del quale le innovazioni scientifiche si diffondevano velocemente anche tra chi specificatamente non si occupava di scienza. Per

esempio, Sant'Antonino, vescovo di Firenze, sapeva discutere di cambi e di complicate operazioni finanziarie come un consumato mercante. Fu quella sofisticata cultura letteraria e matematica il segreto della rinascita italiana a partire dal Basso Medioevo come del mantenimento del primato culturale e finanziario italiano anche quando successivamente il predominio commerciale italico risultava ormai perduto.

Di Luca Pacioli esiste un celeberrimo ritratto conservato nel Museo nazionale di Capodimonte, attribuito al pittore veneziano Jacopo de' Barbari. In esso il matematico è ritratto all'interno di uno studio accanto a un giovane nobiluomo di cui in quel momento era il precettore. Egli è stato identificato come Guidobaldo da Montefeltro che diverrà duca d'Urbino alla morte del padre Federico. Quest'ultimo fu reso famoso con la moglie Battista dal famoso dittico dipinto da Piero della Francesca che fu valente pittore ma anche competente matematico, conterraneo del Pacioli in quanto entrambi nati a Borgo San Sepolcro, nella cui bottega probabilmente il frate iniziò la sua formazione completandola poi a Venezia. Nel dipinto il Pacioli che occupa il centro della composizione è colto mentre espone le sue teorie sui corpi regolari contenute già in un testo di Euclide che da alcuni è ritenuto quello aperto sulla tavola in un'edizione uscita a Venezia nel 1482. Ma anche Piero della Francesca aveva scritto poco prima di morire un *Libellus de quinque corporis regularibus* senza riuscire a darlo alle stampe, dal quale libellus, come da un altro testo, un trattato d'abaco dell'insigne pittore, secondo i malevoli, il frate aveva attinto a piene mani per la stesura delle sue opere più importanti. Nel dipinto sul tavolo a lato è raffigurato un altro tomo chiuso sul quale è poggiato un modello ligneo di dodecaedro a mo' di fermacarte. Si tratta proprio della sua *Summa de Arithmetica* data alle stampe un anno prima dell'esecuzione dell'opera pittorica datata 1495.

Pacioli esplicò il ruolo di insegnante di matematica in varie città italiane tra cui, tra il 1497 e il 1499, Milano dove ebbe a collaborare con Leonardo da Vinci, nell'ambito della corte di Ludovico il Moro. Saranno disegnati proprio da Leonardo da Vinci i solidi regolari e quelli semiregolari, nella versione sia vacua che piena, che illustreranno un altro trattato del Pacioli, anch'esso all'epoca di grande successo, dal titolo *De Divina Proportione*, dato alle stampe nel 1507.

A Venezia, dove operò a lungo per conto del commerciante veneziano Antonio Rompiasi, Pacioli gravitò nell'ambito della cosiddetta Scuola di Rialto, la prima scuola pubblica veneziana non religiosa di istruzione avanzata, fondata nel 1408 grazie a un lascito testamentario che colmava un vuoto cittadino. Essa non si discostava dalle altre Scuole umanistiche del tempo che offrivano un programma di studi fondato sulla consapevolezza dei reciproci legami che uniscono i vari campi della conoscenza umana e derivante da quel grande processo di trasformazione della cultura occidentale quale fu l'Umanesimo che si proponeva come fine primario la formazione dell'uomo completo.

Prima di allora i giovani veneziani che avessero voluto frequentare corsi di livello superiore dovevano lasciare la città e recarsi presso i centri universitari di Bologna, Pavia o Padova considerata dai veneti sino a pochi anni fa l'Università per eccellenza. Sarà a Padova che molti secoli dopo, nel 1957, un gruppo di soggetti pubblici e privati darà vita a un Centro Universitario per l'Organizzazione Aziendale (CUOA) annesso alla Facoltà di Ingegneria: una realtà formativa che rientrava allora in quel clima del dopoguerra che aveva come riferimento l'America e la grande impresa, considerati come modello di modernità. Nel tempo il CUOA ha subito vari mutamenti organizzativi e istituzionali sino a divenire una Fondazione con sede ad Altavilla Vicentina. Oggi, purtroppo, l'Italia pressoché priva di scuole di direzione aziendale di livello internazionale e questo la dice lunga sulla cultura e sull'economia del nostro Paese.

I programmi di studio delle Scuole umanistiche potevano forse peccare di enciclopedismo, ma attraverso l'intreccio tra arti liberali e interessi scientifici si mirava a formare una nuova modernità in cui una rinnovata consapevolezza del passato si intrecciava con un senso laico e operoso dell'agire umano di cui Leonardo da Vinci è un sublime esempio. Se si confrontano la vastità della cultura e degli interessi, la varietà delle esperienze di vita e l'apertura mentale del frate umanista Pacioli e della classe imprenditoriale del suo tempo con «l'ottusa specializzazione degli attuali economisti» si capisce perché l'Occidente sia caduto nel disastro attuale. C'è chi intravede oggi la nascita di un nuovo tipo di imprenditore dalla forte personalità e altrettanto forte formazione professionale, capace di motivare il gioco di squadra e di incoraggiare la creatività. Ben venga! Sarà artefice della nostra rinascita. •



Jacopo de' Barbari (attribuito), Fra' Luca Pacioli, Museo Nazionale di Capodimonte. (Da <http://sculturaecultura.altervista.org>)



Giovanni Pagnucci, monumento a Leonardo Fibonacci nel camposanto di Pisa, completato nel 1863. (Da Wikipedia)

Due libri di recente pubblicazione: *Artigiani, visionari e manager. Dai mercanti veneziani alla crisi finanziaria* di Giorgio Brunetti, Bollati Boringhieri, e *Partita doppia: come i mercanti di Venezia crearono la finanza moderna* di Jane Gleeson-White, Marsilio, ci inducono a sperare in un futuro di ripresa

Pensieri sul ponte

degli alunni della Classe V, Scuola primaria
D. Manin di Padova, raccolti a cura di Alda
Baldan

- Costruzione architettonica utilizzata per collegare sponde dei fiumi o altre cose. Persona religiosa che ha contatti con le divinità. Ponte radio collegamento radio tra due località.
- Per me il ponte è un simbolo, un simbolo che ha un solo significato, e cioè: legame. Appena senti la parola ponte ti viene subito da pensare a una costruzione che unisce le due sponde di un fiume. Ma anche in quel caso significa legare due posti, unire le persone che attraversandolo si incontrano. Ecco cosa vuol dire secondo me la parola ponte: legame, unione.
- Il ponte è un oggetto che unisce e serve a unire più cose. Per me ponte ha molti significati, unire persone, unire pensieri, creare legami, anche il ponte come tutti lo pensano , ovvero una cosa forma ricurva ma anche, se si pensa unisce con una sponda all'altra per ciò ponte significa unire legare. Il ponte serve moltissime cose ma solo una non può fare dividere.
- Per me è la parola ponte vuol dire struttura architettonica che consente di passare da una sponda all'altra. Qualsiasi mezzo che serve per comunicazione o collegamento. Protesi che sostituisce denti mancanti fissandoli agli altri. Periodo di vacanza che si ottiene collegando uno o più giorni di ferie. Ciascuno dei piani orizzontali che dividono l'interno di una nave.
- Per me la parola ponte vuol dire molte cose come quando si passa attraversando il fiume; ponte dove quanto non si va a scuola e per esempio le Cina ha delle mura in cui sono attaccate ponti per salire serve per far attraversare le persone.
- Il ponte una struttura architettonica che è stata inventata dai romani nel secondo millennio a.C. ed è tutt'oggi una struttura molto usata dalle macchine, dai camion, dalle bici, e dai pedoni. È una cosa che lega due amanti o due altre cose è un modo di dire per dire che due cose sono unite e che non si potranno separare.
- Per me la parola ponte al di là della costruzione può essere un pensiero, l'emozione, qualcosa che ci unisce un'unica cosa che ci può mantenere uniti, anche nel senso della pace ad esempio l'affetto amore e amicizia la felicità. Il ponte può essere pure una persona con cui se ne possono conoscere altre ad esempio attraverso un amico se ne può conoscere altri. Ponte poi mi fa pure pensare un pensiero una frase storica che tutti conoscono e ci lega da cui si prende ispirazione. Parlando invece come ponte una costruzione vi viene in mente comunque un qualcosa che unisce le varie zone e popoli. Per me il vero ponte di tutti è l'amore.
- A me piacciono i ponti per esempio quelli costruiti sopra i corsi d'acqua, senza quelli chi deve andare oltre i corsi d'acqua si dovrebbe fare un bel bagnetto fresco e magari rimetterci la vita. A proposito di questo come si costruisce un ponte? Chi lo fa non ha paura di cadere in acqua? C'è un altro ponte che mi piace tantissimo quello che si usa per far festa. Per esempio: lunedì e martedì si farà ponte per la festa. In effetti penso che questo ponte piaccia tutti i bambini del mondo un po' di riposo ci vuole sempre!
- Per me la parola ponte può avere tanti significati come, per esempio il ponte di scuola, il ponte che unisce la strada ad un'altra, il ponte che unisce una società. Beh, si sa, la parola ponte può avere molti significati.
- Per me i ponti sono oggetti che uniscono amicizie e magari aspetti una persona e poi ne conosci altre. Io penso che sia una cosa bellissima nell'idea di un ponte. Io e la mia famiglia giochiamo sul ponte osserviamo i pesci che nuotano .Grazie a loro posso andare a scuola. Facendo una lezione di storia ho scoperto che il ponte nell'antichità sono serviti.
- Se non ci fosse il ponte non potremmo né viaggiare né andare a scuola o andare da un'altra parte. Ma noi i ponti ce li abbiamo quindi possiamo andare dappertutto, alcuni significati di ponte



Il ponte di Logan Wise, anni otto

- come: il ponte quando stiamo a casa per una festa se no il ponte che c'è dentro la nostra mente che possiamo ricordare. Ci sono alcuni popoli che hanno costruito ponti per trasportare merci o andare da una sponda all'altra. Noi usiamo spesso la parola ponte per dire molte cose, ma la usiamo per dire soprattutto che c'è un ponte vecchio che demoliscono un ponte nuovo che sostituiscono.
- Per me è la parola ponte più di un significato il ponte quello che viene usato per attraversare fiumi, e senza di questi tutte le persone che per vedersi devono attraversarlo non si potrebbero più divertente, i bambini che vanno a scuola oltre ponti non si potrebbero andare. La parola ponte, però, significa anche non un ponte che unisce non due rive, ma due cose importanti: due bambini, un'amicizia, due famiglie, due religioni, due persone. In questo caso per me la parola ponte ha un significato sacro, religioso. Comunque secondo me senza i ponti non saremo niente.
 - Per me questa parola importantissima, perché unisce due punti, due parole o anche due strade. Se non ci fosse il ponte quattro martiri non potrei andare a scuola! Il ponte può unire anche due frasi, una società, una squadra. Insomma qualsiasi cosa sia divisa le unisce come l'amicizia tra me e i miei compagni di squadra o di classe. Se non ci fosse questo ponte non riconoscerei.
 - La parola ponte, per me ha un bellissimo significato perché collega due cose o due persone. Appena penso a ponte mi viene in mente qualcosa che unisce se non ci fossero i ponti il mondo vivrebbe da una sola parte tutti separati e non si starebbe insieme non ci si potrebbe conoscere. I ponti inoltre nell'antichità sono serviti molto per attraversare i fiumi, insomma se non ci fossero i ponti bisognerebbe inventarli.
 - Se penso alla parola ponte mi viene in mente qualcosa che unisce. La mia immagine di ponte è una costruzione in mattoni situata sopra un fiume un altro corso d'acqua. Per me un ponte è una cosa bella perché, unendo due posti, permette alle persone di vedersi, conoscersi. Se non ci fossero i ponti saremo tutti separati. Quindi si può dire che il ponti sono una cosa indispensabile, soprattutto perché serve a unire.
 - Per me il ponte materiale è una cosa che ci permette di conoscersi.
 - Per me la parola ponte significa congiungere perché nella antica Roma si congiungevano due sponde di un fiume e si usa anche adesso in italiano.
 - Per me il ponte è un pezzo di cemento dove ci passi sopra per passare dall'altra parte è un pezzo tenuto da due lati e il centro sospeso in aria.
 - Per me il ponte lega due persone e se non ci fosse non esisterebbe neanche l'amicizia e... l'amore. •

Pietro Bembo la cultura in tempi di crisi

Tita Braga

Gli anni in cui vive Pietro Bembo segnano l'inizio della crisi delle corti italiane. Infatti, già dal 1494, due anni dopo la morte di Lorenzo de' Medici, inizia, con la discesa in Italia del re di Francia Carlo VIII, quel periodo di invasioni straniere che faranno dell'Italia il campo di battaglia in cui si risolveranno le lotte per la supremazia delle grandi monarchie europee. Le corti italiane, la cui esistenza si era consolidata nel corso del Quattrocento, vivono ancora un periodo di grande splendore, anzi sembrano all'apice della loro straordinaria grandezza culturale e artistica, ma sul piano politico manifestano i primi segni di difficoltà, a causa di una congenita incapacità di accordo tra i loro Signori, che solo il Magnifico era riuscito a mantenere in pace. Così tra guerre intestine, lotte dinastiche, alleanze occasionali e mutevoli con le varie potenze straniere, si manifesta in pieno quella divisione che la mancanza di un forte potere centrale continuerà per secoli ancora a causare in Italia. Ciò nonostante, il Rinascimento si consolida proprio in questa situazione, perché intanto le scoperte del pensiero umanistico sono divenute delle certezze che gli Umanisti stessi hanno diffuso tra loro e in tutte le corti italiane; signori illuminati, come Lorenzo il Magnifico, Isabella d'Este, Federico da Montefeltro e molti altri hanno chiamato a sé gli artisti, in una nobile gara per rendere la propria città ricca di opere d'arte e di cultura. La stessa Chiesa, più che centro religioso, è la più splendida delle corti italiane e i papi sono tra i signori più colti e raffinati. Anche se la posizione degli intellettuali a corte, agli inizi del Cinquecento, sta lentamente passando da un ruolo di educazione e di guida a un graduale asservimento alle esigenze del signore, di cui molti divengono segretari, ambasciatori o funzionari, tuttavia la loro presenza costituisce ancora un grande motivo di onore per le corti italiane che li ricercano e li invitano, permettendo, così, un continuo scambio di idee e di cultura: gli intellettuali non sono più legati a una sola città, come lo era stato Dante a Firenze, ma sono veramente cittadini del mondo, sebbene questo mondo sia esclusivamente quello della corte. Grazie a loro e al loro inserimento nelle corti si elabora, quindi, un sistema di valori omogeneo e comune che funge da modello culturale e di comportamento, in cui si rispecchiano gli ideali di un'intera civiltà. Infatti si consolida quel concetto di ricerca della grazia e dell'armonia, derivato dai classici, nato con l'umanesimo e così ben rappresentato nelle opere di letterati come Angelo Poliziano, pittori come Sandro Botticelli, architetti come Leon Battista Alberti. Ma per gli Umanisti la grazia e l'armonia non sono che la manifestazione esterna di quell'equilibrio interiore che nasce dal dominio delle passioni, perciò il concetto di bellezza del Rinascimento contiene un fortissimo messaggio morale. In questo clima culturale, la figura di Pietro Bembo assume un significato tale da divenire quasi il modello dell'uomo del Rinascimento. Innanzi tutto egli seppe creare intorno a sé legami con i principali dotti e artisti del suo tempo (si pensi ai suoi rapporti con Poliziano, Raffaello, Tiziano, Aldo Manuzio); visse nelle corti più importanti (Ferrara, Firenze, Roma) e quando volle ritirarsi fece della sua casa nel padovano un museo, cioè un luogo sacro alle Muse. In particolare bisogna ricordare il legame con Aldo Manuzio, il grande stampatore, che con l'invenzione dell'*encheridio*, il libro che sta in una mano, permise una molto maggior diffusione dei testi, fino a quel momento troppo voluminosi per poter essere utilizzati agevolmente. Spesso Aldo volle che i suoi testi fossero curati proprio da Bembo, nella ricerca non solo della bellezza della stampa, ma anche del rigore filologico. L'opera di Bembo più conosciuta ai suoi tempi fu *Gli Asolani*, un trattato sull'amore che deve il titolo al fatto che si svolge nella reggia di Caterina Cornaro ad Asolo e che, dopo aver esaminato le varie caratteristiche che può avere l'amore si conclude con l'esaltazione dell'amor platonico: l'amore terreno non è altro che aspirazione all'amore perfetto del cielo e la bellezza della donna che lo ispira è un riflesso della bellezza divina. A noi moderni un'opera del genere può sembrare antiquata, ma non si può non considerare l'importanza di un testo che punta a risolvere in chiave spirituale un tema affrontato da tutti gli scrittori, fin dall'inizio della storia letteraria, e particolarmente sentito nel mondo delle corti: ancora una volta le idee umanistiche tendono a diffondere il messaggio del dominio interiore e dell'equilibrio, cioè un messaggio morale. Quello che affascina di questo messaggio è che l'equilibrio interiore non impedisce il godimento della bellezza terrena, anzi essa è proprio il mezzo con cui si può arrivare alla perfezione: la spiritualità non impedisce l'edonismo, l'edonismo non impedisce la spiritualità. Ma l'opera di Pietro Bembo che ha lasciato un segno giunto fino a noi è le *Prose della volgar lingua*. Una delle esigenze più sentite dai dotti del primo Cinquecento fu la necessità di una lingua comune che costituisse un modello per tutti gli scrittori italiani; infatti fino a quel momento ognuno aveva utilizzato la propria lingua, cioè una variante regionale di italiano. A partire da Dante, i letterati si erano posti il problema dell'individuare una lingua che avesse caratteristiche di eleganza e di autorevolezza tali da costituire un modello, ben consapevoli che l'unità dell'Italia, a cui tutti i grandi intellettuali del passato hanno aspirato, non avrebbe potuto esistere senza l'unità linguistica; inoltre una lingua comune era necessaria perché la comunità dei dotti potesse avere un modello di scrittura valida in tutte le corti d'Italia e comprensibile a tutti. Si stava, inoltre, affermando la consapevolezza che il volgare italiano, grazie ai grandi scrittori del Trecento, aveva raggiunto una dignità letteraria pari al latino. Molti intellettuali del Rinascimento proposero modelli di lingua, ma fra tutte ebbe grandissimo successo la proposta di Bembo, che indicava nella lingua di Petrarca per la poesia e di Boccaccio per la prosa il modello ideale per gli scrittori. Grazie al fatto che questo modello aveva le caratteristiche di bellezza e nello stesso tempo di adattabilità a tutti i tipi di scritti letterari, la proposta di Bembo ebbe subito una grandissima diffusione e fu poi ritenuta valida nel corso dei secoli. I risultati furono in un primo tempo splendidi (valga come esempio *L'Orlando furioso* di Ariosto), ma a lungo andare ebbero come conseguenza di accentuare il divario tra lingua scritta e lingua parlata: si parlava la lingua dell'uso e si scriveva invece secondo un modello trecentesco incomprensibile a chi non fosse un dotto. Bisognerà attendere Manzoni perché la lingua della prosa letteraria si avvicini a quella parlata. Tuttavia a Bembo dobbiamo il fatto che anche in questi ultimi tempi in cui l'italiano sembra soggetto a trasformazioni notevoli e a fortissime contaminazioni, la base della lingua che noi ancora parliamo è saldamente costituita di parole toscane derivate dai grandi classici del Trecento. In conclusione possiamo vedere come Pietro Bembo insieme agli umanisti suoi contemporanei, con l'amore per la bellezza, per gli studi, unito a un forte senso della dignità umana, al desiderio di unità, abbia costruito, in tempi che altrimenti sarebbero stati bui, un modello di valori che sono arrivati fino a noi. Saremo noi a distruggerli?•

Tecnologie idriche di alto livello per edifici multipiano a Limassol, Cipro



Per questo complesso sono state ideate delle soluzioni di pompaggio idrico in grado di affrontare la sfida rappresentata dal consistente sviluppo verticale dell'edificio. L'Olympic Residence è costituito, infatti, da due torri di 19 piani e ospita diversi appartamenti di lusso, attici e un hotel a cinque stelle.

Un sistema idrico all'altezza della situazione

In fase progettuale diversi fattori si sono rivelati fondamentali per determinare la modalità di fornitura idrica a ogni piano del complesso: le acque reflue nel sottosuolo, il drenaggio e i sistemi di ritorno dell'acqua calda sono stati indicati come potenziali aree di riduzione dei costi e di risparmio energetico. Per la distribuzione di acqua a uso sanitario e per gli impianti di irrigazione dell'Olympic Residence è stato installato un gruppo di pressione a quattro pompe serie eSV, con controllo con convertitore di frequenza installato su ogni pompa. I convertitori di frequenza permettono il controllo della velocità di rotazione dei motori delle elettropompe, con conseguente adeguamento alla richiesta d'acqua dell'impianto.

Affidabilità del sistema antincendio

Nelle torri è stato approntato un sistema antincendio a sprinkler, alimentato da un gruppo di pressione antincendio serie GEN. Oltre a rispettare la normativa europea EN 12845, l'unità antincendio deve essere in grado di offrire la sicurezza necessaria e l'affidabilità richieste da un edificio residenziale e alberghiero. Il gruppo di pressione è composto da un'elettropompa di servizio, una motopompa di servizio e una pompa pilota che serve esclusivamente a mantenere la pressione di rete. Il gruppo di pressione è completamente automatico ed entra in funzione solo all'apertura degli sprinkler e quindi nel caso di incendio. A garantire il massimo livello di affidabilità del gruppo antincendio è stata abbinata una motopompa che funziona come pompa di riserva e che interviene nel caso di mancanza di energia di rete. I gruppi



Progetto

Olympic Skyline - Limassol, Cipro

Direttore di Cantiere

Petros Petrides, APM Petrides & Sons

Materiali

Lowara 108 TLCB 20-4 M

3 Pompe DOMO GRI 11SG

2 Unità booster GHV40/SV1610F110T

2 Pompe con gruppo tritratore DLG 50-15

2 Pompe per drenaggio DN M 110

2. Pompe per drenaggio DN M 120

4 Pompe per drenaggio DOC 7

1 Unità antincendio

GENYB11/FHF40-250/150/D251 + SV20

antincendio serie GEN sono dotati di allarmi che consentono di monitorare in luogo presidiato, gli stati o le anomalie del gruppo pompe. Tali segnalazioni permettono di capire nel caso di incendio l'avvenuto avvio delle pompe o eventuali anomalie. L'avvio delle pompe avviene in modo automatico ma il loro spegnimento è solo in modo manuale direttamente agendo sul quadro elettrico della pompa.

Il parere dell'installatore

L'Olympic Residence rappresenta un edificio simbolo di Cipro e la fornitura dei prodotti ideali in termini di energia e di costi ha rivestito la massima importanza. Il primo compito dei prodotti che abbiamo utilizzato doveva consistere nel fornire un flusso abbondante di acqua fredda fino all'ultimo piano di ogni torre. Ecco perché abbiamo pensato ai gruppi di pressione di acqua fredda e alle pompe multistadio, prodotti dotati di azionamento a velocità variabile al fine di garantire che l'erogazione non superasse il fabbisogno.

Petros Petrides, Direttore di Cantiere della APM Petrides & Sons

La parola all'azienda

Questi sistemi permettono di avere il valore di pressione costante all'utenza anche ai piani elevati e fornire la giusta quantità d'acqua durante le continue oscillazioni della richiesta nella giornata. Garantire la pressione costante aiuta a mantenere l'impianto efficiente nel tempo senza eccessive manutenzioni causate da picchi di pressione repentini. Inoltre, abbinata alla qualità del trasporto d'acqua, c'è la silenziosità dei sistemi con convertitore di frequenza GHV, che soprattutto nelle ore notturne riducono il rumore d'inserzione delle pompe nel caso entrassero in funzione.

Abbinato alle prestazioni idriche e di controllo delle elettropompe vi è il consumo energetico, che in questi sistemi è ridotto grazie all'avvio delle pompe solo sulla quantità d'acqua richiesta.

I convertitori di frequenza Hydrovar controllano le elettropompe durante le diverse richieste di acqua nelle ore di punta, quando la periodicità della richiesta varia ed è di difficile previsione.

La qualità delle pompe da drenaggio usate sia per acque chiare che per acque nere permettono manutenzioni ridotte e quindi un risparmio sui costi di gestione e d'installazione. In questo tipo di impianti è di fondamentale importanza evitare manutenzioni frequenti. Essendo la tipologia delle pompe per installazione immersa è facile intuire che la rimozione comporta tempo e condizioni non così agevoli per chi si occupa della manutenzione. Tutte le pompe sono automatiche ed entrano in funzione quando il livello delle acque raggiunge la soglia di intervento. La serie di pompe DLG per acque nere è dotata di speciali giranti tipo «coltello» che permettono di tritare solidi in superficie e garantire l'aspirazione dei liquami. Anche queste pompe sono dotate della caratteristica di non rimanere bloccate durante la loro funzione, garantendo un lungo periodo di vita alla pompa stessa.

Stefano Pitto, Product Manager Booster Sets EMEA



Due nuovi grattacieli progettati a uso abitativo e commerciale arricchiscono lo skyline di Limassol, una cittadina costiera e turistica dell'isola di Cipro



UNA DOCCIA CONFORTEVOLE, ANCHE AL 30° PIANO.

Esprimiamo il potenziale dell'acqua. Progettati espressamente per edifici ad ampio sviluppo verticale, i nostri sistemi di pressurizzazione assicurano che la portata e la pressione dell'acqua siano disponibili in alberghi e grattacieli in tutte le parti del mondo. I nostri gruppi di pressione trovano applicazione nella distribuzione dell'acqua, nei sistemi inversi e nelle applicazioni legate all'industria leggera. Le soluzioni proposte, che combinano prodotti leader di mercato ed esperienza nello sviluppo dei gruppi di pressione, contribuiscono a ridurre, allo stesso tempo, i costi dell'energia, di manutenzione e di gestione. Troviamo insieme la soluzione per il tuo impianto di pressurizzazione. **Visita il sito www.lowara.it/gruppi-di-pressione.**



S¹²
Nuova versione!

E' facile da usare?

Costerà molto?

*E' a posto
con la normativa?*

*C'è la relazione
geotecnica?*

Fa i disegni?

*Considera gli interventi
sull'esistente?*

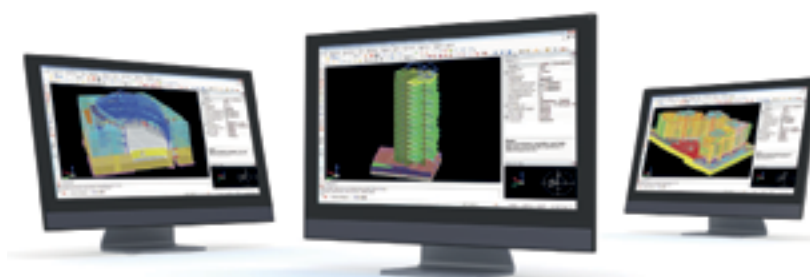
*Avranno un servizio
di assistenza serio?*

E' affidabile?

*Lo posso
provare?*

*E il pushover
per le murature?*

*Ci sarà un corso
di istruzione?*



Sismicad 12. La risposta che cerchi.

Farsi molte domande è normale: il calcolo strutturale richiede tempo, dedizione, consapevolezza e responsabilità. Sismicad 12 è dotato di un solido motore ad elementi finiti, possiede prestazioni di altissimo livello ed una estrema facilità di input, anche in AutoCAD LT®. La sua potenza di calcolo, frutto di vent'anni di esperienza con i tecnici del settore, lo rende un prodotto di riferimento continuamente aggiornato e seguito da un customer care di qualità. Se cercavi delle risposte per i tuoi calcoli, con Sismicad 12 le hai trovate.

Sismicad 12
un passo avanti



Un traguardo storico,
un nuovo passo verso il futuro!



SIAMO OPERATIVI NELLA NUOVA SEDE DI MESTRINO in Via Caldonazzo 9, 11, 13